



**Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

AUDITORIA ENERGÈTICA DELS EDIFICIS MUNICIPALS DE MARIA DE LA SALUT

**TÍTOL: AUDITORIA ENERGÈTICA DELS EDIFICIS MUNICIPALS DE MARIA
DE LA SALUT.**

AUTOR: JORDÀ, CARBONELL, PERE.

DATA DE PRESENTACIÓ: JULIOL DE 2015

RESUM

L'objectiu del present projecte és fer més eficients energèticament alguns dels edificis municipals de la localitat de Maria de la Salut, Mallorca, com són l'ajuntament, l'escola i el poliesportiu. És realitzarà una auditoria energètica d'aquests, avaluant els consums i, posteriorment, es proposaran una sèrie de mesures que serveixin tant per estalviar econòmicament com per reduir el consum dels edificis auditats.

Ens hem centrat bàsicament amb fer el canvi de l'enllumenat tradicional a LED (tipus d'enllumenat més modern amb molt poc consum). Així hi tot hem pres altres mesures com la instal·lació de sensors, controladors automàtics de nivell de temperatura, etc.

Els resultats han estat prou satisfactoris i amb una inversió inicial no molt elevada el projecte és viable econòmicament. S'ha aconseguit disminuir les factures dels tres espais damunt del vint-i-cint per cent. Cal destacar que es poden dur a terme les millores per separat, és a dir, el projecte està dividit en tres parts que són els dos edificis i el poliesportiu. Així, es podrà decidir si es realitza tota la inversió de cop o es decanta per fer-ho per separat ja que, per exemple, la inversió que s'hauria de fer al poliesportiu és molt més elevada que a les altres dues parts.

Paraules clau (màxim 10):

Auditoria energètica	Consum	Energia	Eficiència
Enllumenat	LED	Estalvi Energètic	Potència
Factura elèctrica			

ABSTRACT

The aim of this present project is to make some buildings more powerfully efficient. These constructions are from a town called Maria de la Salut, in Mallorca. We are going to focus on the town hall, the school and the sports centre. An energy audit is going to take place, evaluating the consumption and then, some measures are going to be proposed in order to use them for both saving money and reducing the energy used in those audited buildings.

We have been focusing basically on the change and improvement in the traditional public lighting for a LED (a more modern and energy saving method). However, we have taken other measures such as the installation of sensors, automatic controllers of the temperature, etc.

The results have been satisfactory enough and with a not very high initial investment, the project is economically viable. We have achieved the decrease of a 25% in the bills from the three buildings. We must mention that the improvement can be done separately, that means, the project is divided in three parts, which are the two buildings and the sports centre. Therefore, the people can decide if the investment is totally done or if it is made separately since, for example, the investment that should be done in the sports centre is higher than the other two constructions.

Keywords (10 maximum):

Energy audit	Consumption	Energy	Efficiency
Lighting	LED	Energy saving	Power
Electricity bill			

SUMARI

1. INTRODUCCIÓ	1
1.1.- Localització	2
2. AUDITORIA ENERGÈTICA.....	4
2.1. Descripció d'una auditoria.....	4
2.2. Procés d'una auditoria:	5
2.2.1. Reunió inicial	5
2.1.2. Recopilació de dades	6
2.1.3. Treball de camp	6
2.1.4. Anàlisi	7
2.1.5. Informe	8
2.1.6. Reunió final.....	9
3. LA NOSTRA AUDITORIA.....	9
3.1. L'Ajuntament	11
3.1.1. Descripció de l'edifici	11
3.1.2. Recollida de dades	12
3.1.3. Facturació energia elèctrica.....	14
3.1.4. Millores energia elèctrica	16
3.2. L' escola.....	18
3.2.1. Descripció de l'edifici	18
3.2.2. Recollida de dades	19
3.2.3. Facturació energia elèctrica.....	23
3.2.4. Millores energia elèctrica	25
3.3. Poliesportiu	27
3.3.1. Descripció de l'espai esportiu.....	27
3.3.2. Recollida de dades	27
3.3.3. Facturació energia elèctrica.....	30
3.3.4. Millores energia elèctrica	31
3.4. Estudi econòmic	41
3.4.1. Pressupost	41
3.4.2. Viabilitat.....	41
3.5. Plànols	44
3.5.1. Plànols ajuntament.....	44
3.5.2. Escola	44
3.5.3. Poliesportiu.....	44
4. NORMATIVA	44

5. CONCLUSIONS	44
6. AGRAÏMENTS.....	45
7. BIBLIOGRAGIA.....	46
8. ANNEXOS.....	46
8.1. Instal·lació fotovoltaica	46
8.2. Bateria de condensadors	46
8.3. Resultats Dialux.....	46
8.4. Catàlegs.....	46

SUMARI DE FIGURES I TAULES

FIGURA 1: MAPA DE MALLORCA	2
FIGURA 2: MAPA MARIA DE LA SALUT	3
FIGURA 3: AJUNTAMENT	3
FIGURA 4: ESCOLA	3
FIGURA 5: POLIESPORTIU	3
FIGURA 6: DIAGRAMA FLUX AUDITORIA	5
FIGURA 7: HORARI TARIFA 3.0A	11
FIGURA 8: MAPA MARIA DE LA SALUT	12
FIGURA 10: GRÀFIC POTÈNCIA INSTAL·LADA	14
FIGURA 9: GRÀFIC CONSUM	14
FIGURA 11: GRÀFIC CONSUM	15
FIGURA 12: GRÀFIC FACTURA ELÈCTRICA	16
FIGURA 13: GRÀFIC POTÈNCIA INSTAL·LADA	22
FIGURA 14: GRÀFIC CONSUM	22
FIGURA 15: GRÀFIC POTÈNCIA INSTAL·LADA	23
FIGURA 16: GRÀFIC CONSUM	23
FIGURA 17: GRÀFIC CONSUM	24
FIGURA 18: GRÀFIC FACTURA ELÈCTRICA	25
FIGURA 19: GRÀFIC POTÈNCIA INSTAL·LADA	29
FIGURA 20: GRÀFIC CONSUM	29
FIGURA 21: GRÀFIC CONSUM	30
FIGURA 22: GRÀFIC FACTURA ELÈCTRICA	31
FIGURA 23: SIMULACIÓ CAMP DE FUTBOL	35
FIGURA 24: SIMULACIÓ CAMP DE FUTBOL	35
FIGURA 25: RESULTATS CORBES IL·LUMINACIÓ	36
FIGURA 26: SIMULACIÓ PISTA DE TENNIS	38
FIGURA 27: SIMULACIÓ PISTA DE TENNIS	39
FIGURA 28: RESULTATS CORBES IL·LUMINACIÓ	40
FIGURA 29: EVOLUCIÓ PREU ELECTRICITAT	43
TAULA 1: LLISTAT CÀRREGUES	13
TAULA 2: FACTURACIÓ	15
TAULA 3: LLISTAT CÀRREGUES	19
TAULA 4: LLISTAT CÀRREGUES	20
TAULA 5: LLISTAT CÀRREGUES	21
TAULA 6: FACTURACIÓ	24
TAULA 7: LLISTAT CÀRREGUES	28
TAULA 8: FACTURACIÓ	30
TAULA 9: CLASSE D'ENLLUMENAT	33
TAULA 10: NIVELLS IL·LUMINACIÓ	33
TAULA 11: RESULTATS NIVELLS IL·LUMINACIÓ	36
TAULA 12: CLASSE D'ENLLUMENAT	36
TAULA 13: NIVELLS MÍNIMS ENLLUMENAT	37
TAULA 14: RESULTATS NIVELLS IL·LUMINACIÓ	39
TAULA 15: PRESSUPOST	41
TAULA 16: VIABILITAT ECONÒMICA	42
TAULA 17: COMPARATIVA CONSUMS	44
TAULA 18: COMPARATIVA POTÈNCIES INSTAL·LADES	45

GLOSSARI DE SIGNES, SÍMBOLS, ABREVIATURES, ACRÒNIMS I TERMES

PIB: producte interior brut.

LED: Lighting emitting díode.

P: període.

kW: quilo watt.

W: watt.

h: hora.

kWh: quilo watt hora.

kvarh: quilo volt amper reactiu hora.

PA: àrea principal.

TA: àrea total.

E_m : energia mitja.

E_{min} : energia mínima.

E_{max} : energia màxima.

lx: lux.

H: altura.

RD: real decret.

VAN: valor actual net.

TIR: taxa interna de retorn.

V_t : tipus de caixa en cada període t.

I_0 : valor de la inversió inicial.

N: número de períodes considerats.

K: tipus d'interès.

C_t : flux de caixa anual (en cada moment t).

T: nombre d'anys.

G_m : Irradiància global mitja sobre un pla fixe (W/m^2).

G_{min} : Irradiància global mínima sobre un pla fixe (W/m^2).

G_{max} : Irradiància global màxima sobre un pla fixe (W/m^2).

H_h : Irradiació sobre pla horitzontal ($Wh/m^2/dia$).

$H_{(10)}$: Irradiació sobre un pla amb la inclinació corresponent, 10° ($Wh/m^2/dia$).

1. INTRODUCCIÓ

El present projecte va sorgir per idea pròpia quan vaig realitzar una auditoria energètica del meu pis d'estudiants, a Vilanova i la Geltrú, a càrrec del professor Ramon Caumons a l'assignatura de Gestió de Sistemes Elèctrics de Potència, concretament a la part d'estalvi energètic i auditories. Vaig pensar que amb l'ajuda dels coneixement que havia après sobre auditories podia aconseguir que l'ajuntament del meu poble pagués menys en factures elèctriques i que aquest fos més eficient energèticament deixant així beneficiari a tota la població del meu treball final de grau (sempre havia pensat que el projecte que realitzés havia de tenir alguna utilitat, descartava fer un projecte perquè sí).

Dins aquesta auditoria elèctrica s'han inclòs els tres edificis municipals més importants del poble. Es tracta de l'escola nova, construïda l'any 2011, el poliesportiu on l'any 2005 es van fer unes millores i el propi ajuntament, edifici construït l'any 1836 i remodelat a principi del segle.

Degut a que l'economia sempre m'ha despertat bastant interès, sabia que els ajuntaments tenen una bona part del deute públic espanyol i això era un incentiu més per a fer el projecte el millor possible. Si es realitzessin auditories energètiques a tots els ajuntaments de tots els municipis d'Espanya, segur que el deute baixaria.

Ja que he mencionat el deute públic espanyol, anem a fer-ne un petit apunt. El 2015 era de 1.072.183 milions d'euros, va créixer uns 38 milions i mig des de 2014. Espanya està dins dels països amb major deute del món. Aquesta xifra suposa que el deute l'any 2015 va ser del 99,30% del PIB, una caiguda del 0,10 punts respecte a 2014. Dir també que Espanya està entre els països amb més deute respecte al PIB del món. El deute per càpita a Espanya a 2015, va ser de 23.045 euros per habitant i el 2014 de 22.172 euros, un increment de 873 euros per habitant. És interessant mirar enrere per veure que l'any 2005 el deute per persona era de 8.941 euros. Durant aquest 2016 s'ha conegut que el deute públic espanyol ha passat la barrera del cent per cent per PIB del país, fet que no passava des de fa un segle.

Aprofundint una mica més, he pogut saber que el deute de l'ajuntament de Maria de la Salut a dia 31 de Desembre de 2015 era de 303 mil euros, un 22% més que ara fa 4 anys.

Tot el que he dit anteriorment, fa que cada vegada vulgui ajudar més al meu poble ja que la situació del deute públic actual que tenim a Espanya és insostenible.

1.1.- Localització

Maria de la Salut és un municipi mallorquí situat al centre de l'illa de Mallorca, a la comarca del Pla i al nord-est de la capital. Té una superfície de 30,5 km² i actualment som uns 2.200 habitants.

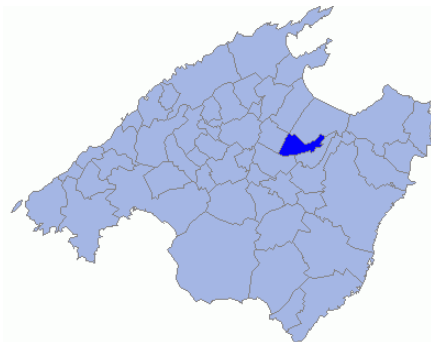



Figura 1: mapa de Mallorca

Va aparèixer el segle XIX en segregar-se de Santa Margalida, concretament l'any 1836. Tradicionalment és un poble agrícola on destaquen els conreus herbacis extensius i la ramaderia ovina, així com els alls, els melons, les síndries i les tomàtiques. Als darrers anys han proliferat diferents empreses dedicades a la construcció, ja sigui materials de construcció o com obra pública i civil.

Com he dit anteriorment, l'auditoria energètica es centrarà amb els edificis de l'ajuntament, l'escola nova i el poliesportiu. La distribució dins del municipi és la següent: on més al nord hi ha el poliesportiu, al centre l'ajuntament i més cap a l'est l'escola nova.

AUDITORIA ENERGÈTICA EDIFICIS MUNICIPALS DE MARIA DE LA SALUT
PERE JORDÀ CARBONELL



Figura 2: mapa Maria de la Salut



Figura 3: Ajuntament

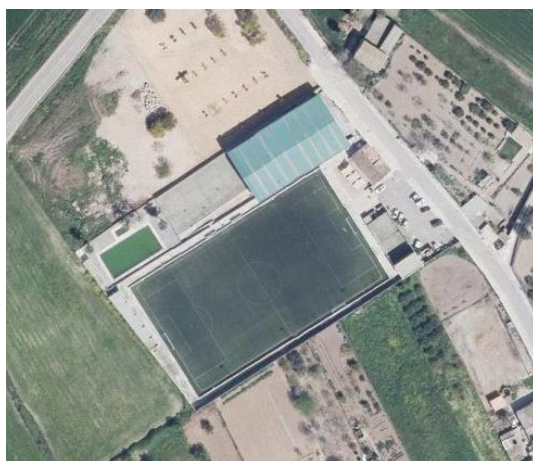


Figura 5: Poliesportiu



Figura 4: Escola

2. AUDITORIA ENERGÈTICA

2.1. Descripció d'una auditoria

Però, que és una auditoria energètica? La norma europea UNE-EN-16247-1 ens la descriu com “una inspecció i anàlisi sistemàtics de l'ús i consum d'energia d'un emplaçament, edifici, sistema o organització amb l'objectiu d'identificar i informar sobre els fluxos d'energia i del potencia de millora de l'eficiència energètica”.

Les auditories energètiques, inicialment, es varen fer populars quan donaren resposta a la crisi energètica de 1973 i anys posteriors. L'interès amb les auditories energètiques ha augmentat recentment com a resultat de la creixent comprensió de l'impacte humà sobre el canvi climàtic i l'augment de temperatura global.

Les auditories energètiques es poden aplicar a qualsevol activitat que sigui consumidora d'energia, encara que és més recomanable per empreses i edificis que consumeixin l'energia d'un mètode poc eficient. Així el benefici i la rendibilitat de les inversions seran més elevades.

Al present projecte hauré realitzat la funció d'auditor energètic. Aquest haurà de posseir els coneixements necessaris per la realització de càlculs tècnics i econòmics, i la capacitat de realitzar les mesures.

El procés que s'hauria de seguir per poder realitzar una auditoria en bones condicions és el següent, explicat amb un diagrama de flux:



Figura 6: diagrama flux auditoria

Per la realització del projecte s'ha seguit al màxim les directrius imposades per la normativa europea UNE-EN 16247-2 "Auditoría Energéticas. Parte 2: Edificios."

2.2. Procés d'una auditoria:

L'auditor energètic ha de identificar totes les parts i les seves funcions en la propietat, gestió, ús, funcionament i manteniment de l'edifici i els respectius impactes i interessos amb l'ús i el consum d'energia.

L'abast de l'auditoria ha d'acordar-se per cobrir la interacció tècnica dels sistemes dins l'edifici, i la seva interacció dels seus sistemes.

2.2.1. Reunió inicial

A la reunió inicial, l'auditor energètic ha de posar-se d'acord amb l'organització sobre:

- El calendari de les visites a l'emplaçament.
- El nivell de participació dels ocupants.
- Les àrees d'accés restringit.
- Els perills i riscos potencials per la salut.

L'auditor energètic hauria d'obtenir, quan estigui disponible:

- Els punts de consigna i els límits operacionals de les condicions ambientals interiors (temperatura, flux d'aire, luminància, renou) i qualsevol variació estacional.
- Els patrons d'ocupació per les diferents activitats dins de l'edifici.
- Si s'ha implementat algun programa sobre presa de contacte o motivació dels ocupants de l'edifici.

2.1.2. Recopilació de dades

L'auditor ha de recopilar amb l'organització les següents dades perquè l'auditoria sigui l'adequada segons les finalitats de l'auditoria. Són les següents:

- Portadors d'energia, actuals i disponibles.
- Dades relacionades amb l'energia (per exemple lectures dels comptadors, corba de demanda energètica, les mesures pertinents, etc).

Amb auditories d'edificis, normalment, tracten amb dades de consums mensuals.

- Factors d'ajust que afectin al consum d'energia, ja puguin ser dades climàtiques (temperatura, graus-dia,...).
- Informació sobre canvis importants en els últims tres anys o en el període cobert per les dades operacionals disponibles (forma física de l'edifici, dimensions, ocupació dels espais disponibles,...).
- Valors a utilitzar: superfície, volum edifici, altres.
- Documents i informació existent sobre el disseny, operació i manteniment.

2.1.3. Treball de camp

L'auditor energètic ha d'inspeccionar els objectes auditats dintre de l'abast de l'auditoria:

- Ha d'avaluar per cada servei de l'edifici significatiu el nivell de servei real i futur (temperatura, humitat, il·luminació, ...).
- Verificar que els sistemes tècnics són adequats per el propòsit que es pretén, és a dir, que poden proporcionar el nivell de servei requerit.
- Avaluar els sistemes tècnics tenint en compte el sistema i el control de generació, emmagatzematge, distribució i emissions.
- Cercar oportunitats de millores en l'eficiència energètica i les limitacions i restriccions relacionats.

Per poder realitzar el treball de camp l'auditor ha de demanar a l'organització

que:

- Disposi de l'accés (només de lectura) al sistema d'automatització i control de l'edifici i a les fonts de dades electròniques.
- Proporcioni assistència autoritzada per qualsevol assaig/prova i qualsevol operació requerida a l'auditoria energètica (per exemple, encendre i apagar sistemes i equips).

2.1.4. Anàlisi

A una auditoria energètica d'un edifici l'auditor energètic ha d'analitzar el potencial d'estalvi energètic d'acord amb l'abast i l'objectiu de la auditoria.

L'anàlisi ha de proporcionar al menys:

- Per a cada servei de l'edifici, una comparació del nivell del servei real en front a l'acordat. El nivell de servei (per exemple, temperatura, qualitat de l'aire, il·luminació) no ha de veure's compromès per cap mesura d'estalvi energètic proposada. No obstant, el compliment legislatiu, el nivell de servei pot canviar-se si està d'acord el client (per exemple, un canvi de la temperatura interior per reduir les demandes de calefacció o refrigeració).
- Avaluació del compliment real dels sistemes tècnics, en front a una referència adequada.
- Avaluació del compliment dels envoltants de l'edifici.
- Avaluació de l'acompliment energètic de tot l'edifici, tenint en compte la interacció potencial entre els sistemes tècnics i l'envoltant de l'edifici.

Quan es considerin millores, l'auditor energètic ha de:

- Considerar la interacció entre els sistemes tècnics de l'edifici, amb l'envoltant de l'edifici, l'ambient extern i les activitats realitzades dins de l'edifici. La Norma EN 15603: 2008 permet la quantificació d'aquesta interacció.
- Tenir en compte tots els possibles impactes per tota l'energia distribuïda per diferents períodes de temps (per exemple, ocupat i no ocupat) i diferents estacions, que podrien portar a situacions adverses relatives als estalvis energètics (per exemple, la substitució de la il·luminació pot disminuir els augments de la calor interna, per tant augmentant les càrregues de calefacció i reduint les càrregues de refrigeració).
- Avaluar l'impacte potencial que tindran les intervencions d'estalvi energètic sobre les taxes en els certificats d'acompliment energètic.

L'auditoria energètica hauria d'incloure una revisió dels contractes per al subministrament d'energia i dels requisits per a la inspecció i el manteniment de l'equip tècnic en termes d'impacte sobre l'eficiència energètica i el cost.

Desglossament d'energia:

L'auditor energètic detalla:

- El desglossament de l'energia distribuïda per portador d'energia en termes de consum, cost i emissions en unitats coherents (per exemple, gràfics circulars).
- El desglossament de l'ús final de l'energia pel servei i un altre ús en xifres absolutes o específiques i en unitats energètiques coherents (per exemple, gràfics circulars).
- Si escau, l'inventari de la producció d'energia instal·lada in situ i de la seva exportació a terceres parts, en xifres absolutes.

El desglossament d'energia ha de ser representatiu de l'entrada d'energia i l'ús d'energia. També ha d'aclarir què fluxos d'energia es basen en mesuraments i quins en estimacions / càlculs.

Oportunitats de millora de l'eficiència energètica:

L'auditor energètic ha d'identificar oportunitats de millora de l'eficiència energètica sobre la base de:

- La seva pròpia experiència.
- La comparació amb punts de referència quan sigui aplicable.
- L'antiguitat i condició dels edificis i els sistemes tècnics, com s'operen i es mantenen.
- La tecnologia dels sistemes i l'equip existents en comparació amb la millor tecnologia disponible.
- Les millors pràctiques.

2.1.5. Informe

El format de presentació ha de tenir com a objectiu ser rellevant per al personal tècnic i per l'executiu.

Les intervencions d'estalvis energètics haurien informar-se en les següents categories:

- Mesures d'alt cost (exterior de l'edifici, equip tècnic de construcció, etc.)

- Mesures de baix cost (adaptació de la manera de funcionament, reducció de les pèrdues de subministrament, etc.)
- Formació i presa de consciència dels usuaris finals (formació i motivació, i canvi de comportament)
- Revisar els requisits de confort, salut i benestar (nivell de temperatura i humitat, mida de la sala, etc.)

L'informe ha d'incloure recomanacions per a futurs mètodes de mesurament i verificació per a les intervencions de estalvi energètic proposades.

2.1.6. Reunió final

A la reunió final, l'auditor energètic ha de:

- Lliurar l'informe de l'auditoria energètica.
- Presentar els resultats de l'auditoria energètica d'una manera que faciliti la presa de decisions per part de la organització.
- Explicar els resultats.

S'ha de debatre la necessitat d'un possible seguiment i arribar a una conclusió consensuada.

3. LA NOSTRA AUDITORIA

L'auditoria que realitzarem serà una auditoria elèctrica ja que ens hem centrat a com podem estalviar en el tema de l'electricitat. Un cop realitzada la reunió inicial, es van acordar els tres eixos més importants per la auditoria:

- Reduir el consum d'energia i el seu cost.
- Reduir l'impacte ambiental.
- Complir amb la legislació.

A més, també acordarem:

- Accés il·limitat a les instal·lacions de les quals realitzi l'auditoria (ajuntament, escola gran i poliesportiu).
- Em facilitarien la documentació pertinent per a poder realitzar de la millor manera possible l'auditoria (contractes, factures, plànols,...).

Seguidament, es va fer la corresponent recollida de dades (que exposarem més endavant) i un exhaustiu treball de camp per completar així tota la informació necessària

per poder realitzar el millor possible l'auditoria energètica. Cal fer referència que durant el procés d'elaboració de l'auditoria també he hagut de tornar als emplaçaments corresponents per completar algunes dades que hi faltaven.

Durant tota l'auditoria, i com a millora global en els tres llocs auditats, ens hem centrat amb la il·luminació ja que creiem que és uns dels aspectes que amb poc esforç econòmic es pot treure molt de rendiment. Ens hem basat amb la instal·lació d'enllumenat LED, una nova forma d'il·luminació que està entrant en força al mercat d'avui en dia i que suposa un consum molt més baix que el tradicional.

Primer ens fem la pregunta: Què és la il·luminació LED? Un LED (de l'anglès Lighting emitting díode) és un díode semiconductor capaç d'emetre llum. Des de fa molts d'anys s'ha usat en diversos dispositius, sobre tot en botons per indicar estats com, per exemple, en els botons de gravació d'un DVD o per segons el color indicar si l'aparell està encès (verd) o apagat (vermell).

El funcionament d'un LED consisteix en que un electró, en passar de la banda de conducció a la de valència, perd energia la qual es manifesta en forma de fotó (partícula elemental responsable de les manifestacions quàntiques) després, amb una amplitud, direcció i fase aleatòria.

Davant de les bombetes incandescent, suposen una gran millora però els llums halògenes també. A continuació exposarem una sèrie d'avantatges del LED davant la il·luminació clàssica:

- Eficiència energètica amb un consum de fins a un 85% menys d'electricitat.
- Més vida útil i poden oferir unes 45.000 hores d'ús.
- La llum més ecològica. No només per l'estalvi energètic sinó pels components químics que la formen. Res de tungstè o mercuri i resta de productes tòxics.
- Baixa emissió de calor i mínim manteniment. L'eficiència energètica provoca una mínima emissió de calor provocat per el malbaratament d'energia per aconseguir la potència de llum desitjada en les bombetes incandescent.

Com hem dit anteriorment, l'auditoria s'ha efectuat sobre tres edificis municipals de Maria de la Salut i han estat l'Ajuntament, l'escola i el poliesportiu. Aquests tres tenen la tarifa elèctrica 3.0A que es factura en tres períodes: P1 (punta), P2 (pla) i P3 (vall). Cada període correspon a una franja horària diària on el preu de la energia i la de la potència és diferent:

- P1 (Període Punta): És el període en què la potència i l'energia resulten més cares. Són 4 hores al dia i en cas de dies festius es diu P4.
- P2 (Període Pla): Són 12 hores al dia i els dies festius es diu P5.

- P3 (Període Vall): És el període en què la potència i l'energia resulten més barats. Són 8 hores al dia i els dies festius es diu P6.

En aquesta tarifa es pot contractar una potència diferent en cada un dels períodes. Depèn de si és hivern o estiu, i si el contracte és peninsular o insular, els horaris dels períodes són diferents.

ILLES BALEARS		
	ESTIU	HIVERN
P1	18-22h	19-23h
P2	8-18h	0-1h
	22-24h	9-19h
P3	0-8h	23-24h
		1-9h

Figura 7: horari tarifa 3.0A

Seguidament, exposarem les tres auditories completes per separat i finalment tindrem unes conclusions globals.

3.1. L'Ajuntament

3.1.1. Descripció de l'edifici

Any de construcció : l'edifici (com a casa de la vila) es va construir al 1978 i, des de llavors, s'hi han fet moltes reformes, la darrera al 2006.

És un edifici construït seguint l'estil mallorquí i intentant respectar l'essència de l'edifici antic. S'hi conserva tant l'estructura com la façana. Està compost per tres plantes i les diferents sales necessàries per el bon ús d'una casa de la vila, s'han hagut d'adaptar a l'espai original.

A la planta baixa hi trobem l'atenció al públic i les sales corresponents a comptabilitat, jutjat de pau, batllia i banys. A la segona s'hi ubica la sala de plenaris i assistència social. A la darrera, administració i secretaria.

Està situat al centre del poble, a la Plaça des Pou, punt neuràlgic de la vida quotidiana i vertebració d'activitats i festes.

Tenia una tarifa contractada 3.0A amb unes potències de 27 / 27 i 27 kW pels tres períodes.



Figura 8: mapa Maria de la Salut

3.1.2. Recollida de dades

Dins aquest apartat desglossarem l'energia distribuïda pel portador en termes de potència, consum i cost. S'aplicarà, l'inventari de la producció d'energia instal·lada *in situ*.

AUDITORIA ENERGÈTICA EDIFICIS MUNICIPALS DE MARIA DE LA SALUT PERE JORDÀ CARBONELL

		Unidats	Potència (W)	Pot. Total (kW)	h/dia*	h/mes	Consum mes (kWh)
PLANTA BAIXA	Aire acondicionat	1	4500	4,5	2,15	64,5	290,25
	ENTRADA						
	Fluorescent	4	36	0,144	6,5	195	28,08
	Làmpades	2	60	0,12	6,5	195	23,4
	RECEPCIÓ						
	Fluorescent	12	36	0,432	6,5	195	84,24
	PC	1	350	0,35	6,5	195	68,25
	DESPATX 1						
	Fluorescent	4	36	0,144	6	180	25,92
	PC	1	350	0,35	6	180	63
	Fluorescent	2	18	0,036	6	180	6,48
	COTXERA						
	Fluorescent	2	36	0,072	1	30	2,16
	DESPATX 2						
	Fluorescent	2	36	0,072	5	150	10,8
	PC	1	350	0,35	5	150	52,5
	BANYS x2						
	Làmpada	1	50	0,05	1	30	1,5
	Termo	1	1600	1,6	0,75	22,5	36
PRIMER PIS	ESCALA 1r-2n						
	Fluorescent	4	36	0,144	5,75	172,5	24,84
	Aire acondicionat	1	4500	4,5	2,15	64,5	290,25
	SALA DE PLENS						
	Fluorescent	4	36	0,144	0,5	15	2,16
	HABITACIÓ 1						
	Fluorescent	2	36	0,072	1	30	2,16
	PC	1	350	0,35	1	30	10,5
	HABITACIÓ 2						
	Fluorescent	2	18	0,036	0,5	15	0,54
	HABITACIÓ 3						
	Fluorescent	2	36	0,072	0,5	15	1,08
	ORDINADORS						
	PC	5	350	1,75	1	30	52,5
	Fluorescent	2	18	0,036	1	30	1,08
SEGON PIS	ESCALA 2n-3r						
	Làmpada	1	60	0,06	6	180	10,8
	Aire acondicionat	1	4500	4,5	2,15	64,5	290,25
	DESPATX 3						
	PC	1	350	0,35	6	180	63
	Fluorescent	6	36	0,216	5	150	32,4
	DESPATX 4						
	PC	1	350	0,35	6	180	63
	Fluorescent	2	36	0,072	5	150	10,8
	ARXIU						
	Fluorescent	2	36	0,072	1	30	2,16
Potència instal·lada (kW)			16,444	Consum total (kWh)			1550,1

Taula 1: llistat càrregues

*hem escollit una mitja de 6,75 h/dia (de dilluns a dissabte).

Com es pot observar està dividit per plantes, tal com la distribució real. Tenim, per tant, un consum mitjà al final de mes de 1550,1 kWh.

Seguidament, amb l'ajuda de dos gràfics podrem observar com estan distribuïts aquests consums:

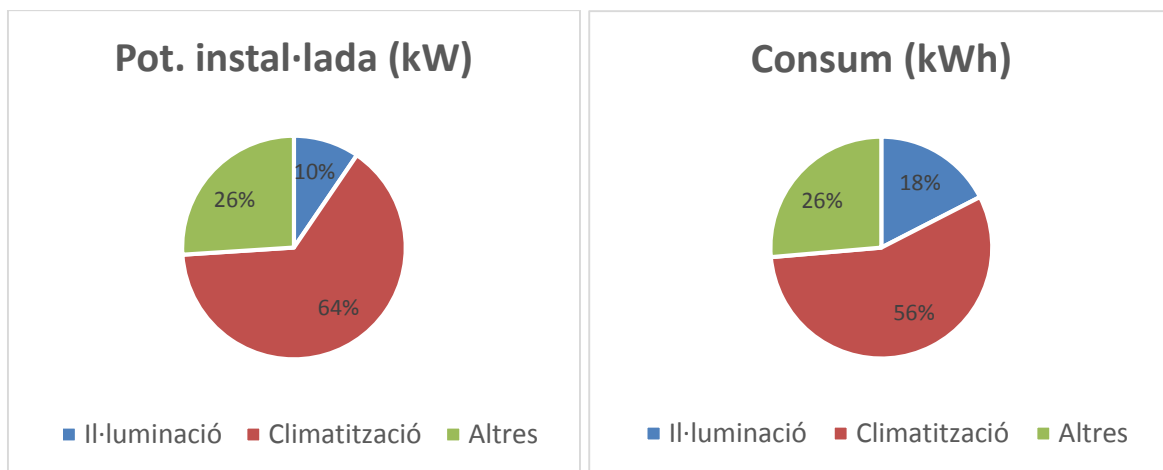


Figura 10: gràfic potència instal·lada

Figura 9: gràfic consum

Pot. Instal·lada	kW
Il·luminació	1,994
Climatització	13,5
Altres	5,45

Consum	kWh
Il·luminació	270,6
Climatització	870,75
Altres	408,75

Com es pot observar, la climatització és la culpable d'una mica més de dues terceres parts del total de la potència instal·lada. Això és degut a que els aires condicionats són *splits* i tenen una potència elevada. Seguidament segueix la part "altres" que engloba els ordinadors i el termo (com a aparells més significatius). En darrer lloc, està la part d'il·luminació que just arriba al deu per cent del total de la potència instal·lada a l'ajuntament.

D'altre banda, a la part del consum, veiem que la climatització ha disminuït una mica ja que no tot el temps estan en marxa i, per tant, consumint. També observem que la il·luminació augmenta i es situa quasi al vint per cent del total del consum. Això es deu a que durant moltes hores la il·luminació està engegada, cosa que fa que el seu consum augmenti respecte a la potència instal·lada. Per finalitzar, l'apartat d'altres no consta cap canvi i segueix amb el vint-i-sis per cent del total.

3.1.3. Facturació energia elèctrica

Dins aquest apartat inclourem les factures durant un any de l'energia elèctrica que resumirem amb una taula i el seu corresponent gràfic.

AUDITORIA ENERGÈTICA EDIFICIS MUNICIPALS DE MARIA DE LA SALUT PERE JORDÀ CARBONELL

Període de facturació	Data facturació	Consum P1	Consum P2	Consum P3	Consum total	Reactiva	Potència	€
03/01/2015 a 30/01/2015	27/04/2015	211	1611	419	2241	0	68,85	492,99
31/01/2015 a 20/02/2015	27/04/2015	125	1372	239	1736	0	68,85	379,53
21/02/2015 a 20/03/2015	27/05/2015	156	1557	318	2031	0	68,85	466,47
21/03/2015 a 22/04/2015	25/06/2015	140	1102	347	1589	101	68,85	413,64
23/04/2015 a 22/05/2015	27/07/2015	107	661	225	993	0	68,85	338,93
23/05/2015 a 18/06/2015	23/08/2015	100	704	204	1008	0	68,85	320,92
19/06/2015 a 23/07/2015	06/10/2015	124	1634	250	2008	0	68,85	513,57
24/07/2015 a 21/08/2015	25/10/2015	97	1284	243	1624	0	68,85	412,72
22/08/2015 a 23/09/2015	30/11/2015	99	1003	229	1331	0	68,85	399,75
24/09/2015 al 23/10/2015	26/10/2015	147	565	284	996	0	48,466	249,85
23/10/2015 al 25/11/2015	26/11/2015	119	946	200	1265	0	48,466	302,98
25/11/2015 al 24/12/2015	28/12/2015	192	1317	260	1769	0	48,466	345,61

Taula 2: facturació

Com podem observar, hi ha tres tipus de consum que corresponen als diferents moments de consum segons la tarifa 3.0A a la qual l'ajuntament està adherida. Veiem també, com a fet puntual (i sense conseqüències) el consum de potència reactiva que va tenir l'ajuntament durant el mes d'Abril. Si aquest fet hagués persistit durant més mesos, hauríem pres alguna decisió perquè aquest fet no passés més. No ha estat així, per tant, no li donem més importància que un fet puntual.

S'observa també que a partir del mes d'Octubre hi ha una baixada de la potència contractada. El motiu l'explicarem més endavant a l'apartat de millores. Els següents gràfics ens ajudaran a tenir una millor visió de l'evolució tan del consum com del cost de les factures.

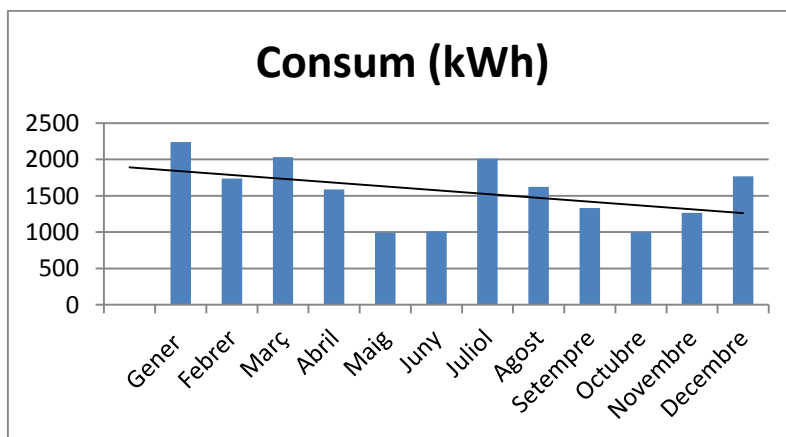


Figura 11: gràfic consum

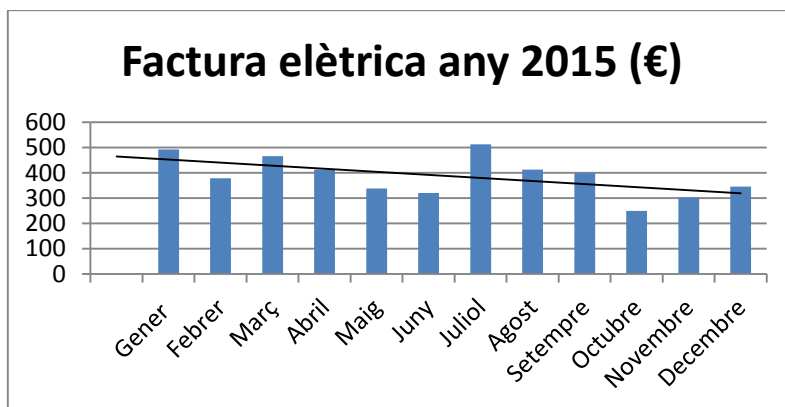


Figura 12: gràfic factura elèctrica

Gràcies a la línia de tendència que hem posat als dos gràfics, es pot veure perfectament com la tendència és que cada vegada es consumeix menys i per tant, el cost de les factures elèctriques és cada vegada menor. La nostra idea és que segueixi així, i fins i tot, que cada vegada la tendència sigui més pronunciada. Aquesta tendència a la baixa es deu també a la disminució del terme de potència que s'ha dut a terme a partir del mes d'Octubre.

Amb una mitjana de 1549 kWh i 386 € cada mes, destacarem els mesos de Gener i Juliol com els que més consum tenen. El mes de Gener tenim un trenta per cent més de consum que la mitjana de l'any i el mes de Juliol un vint-i-dos per cent més. Això fa que siguin els mesos amb més diferència que es consumeix més. Bona part de la culpa és dels climatitzadors ja que per una banda a l'hivern es fan servir com a calefacció i en l'estiu com a aires condicionats. La resta de l'any degut a que el clima és més suau, no s'empra tant de temps la climatització i això fa que baixi el consum.

3.1.4. Millores energia elèctrica

Un cop realitzat l'estudi per saber quins són els principals elements que consumeixen més, presentarem una sèrie de mesures per fer més eficient l'edifici.

Així doncs, anirem anomenant i explicant una a una les millores que hem pres per disminuir el consum de l'ajuntament. Durant tota l'auditoria ens hem centrat amb la il·luminació ja que creiem que és uns dels aspectes que hem poc esforç econòmic es pot treure molt de rendiment. Així, les mesures que hem decidit aplicar a l'auditoria de l'ajuntament són les següents:

- Il·luminació LED: totes les làmpades amb bombetes incandescentes i al·lògens les passarem a LED. Les substitucions s'han dut a terme de la següent manera:

Fluorescents de 36 W → Fluorescent LED de 20 W

Fluorescents de 18 W → Fluorescent LED de 9 W

Làmpada de 60 W → LED de 7 W

Làmpada de 50 W → LED de 7 W

La instal·lació d'aquests és molt senzilla ja que només s'hauria de treure la reactància i l'encebador de l'antic i instal·lar el tub fluorescent LED.

Amb aquests canvis, a la il·luminació hem passat de tenir una potència instal·lada de 1,994 a 1,002 kW i el consum ha passat de 270,6 a 114,33 kWh, un quaranta-dos per cent menys.

- Detector crepuscular: instal·larem un detector a l'entrada i a la recepció. Serveix per connectar o desconnectar la il·luminació al detectar el nivell de lluminositat fixat. Té una instal·lació molt senzilla i funciona de la següent manera: si la il·luminació queda per davall del valor fixat, es tanca el contacte del relé. Si sobrepassa el valor, llavors s'obri el contacte del relé. Així evitarem tenir la llum encesa quan no ens faci falta. Ens estalviarem fins un vint-i-cinc per cent del consum d'aquests llocs. Ens estalviaríem 16,3 kWh cada mes.
- Finestres més eficients: les finestres de la planta baixa, primera i segona planta es canviaran per posar finestres amb doble vidre i amb una capa intermèdia. Segons la IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) és pot estalviar fins a un deu per cent del consum total de la climatització. Això suposaria un estalvi cada mes d'uns 87,1 kWh.
- Substitució termo: una altra opció seria fer el canvi del termo per una instal·lació termosolar. L'hem descartada ja que es consumeix molt poca aigua calenta a l'ajuntament, cosa que fa que l'amortització duri molt i fa que no sigui viable.
- Disminució potència contractada: al mes de setembre de l'any dos mil quinze es va dur a terme un estudi per saber si les potències contractes per l'ajuntament eren les que tocaven per el consum que tenia. Aquest estudi va resultar molt efectiu i es va poder baixar la potència contractada global que va passar de 68,85 a 48,466 kW. Així doncs, es va veure que hi havia un excés de potència contractada per part de l'ajuntament.
- Controlador universal de IntesisHome: IntesisHome és una empresa espanyola especialitzada en solucions de control remot de sistemes d'aire condicionat. Aquest mòdul universal que permet controlar a distància i programar l'ús de splits d'aire condicionat. Es controla molt fàcilment amb un smartphone o una tauleta iOS o Android. L'únic que necessitem doncs per aquest mòdul és una connexió a Internet, una xarxa Wifi a casa nostra i un telèfon intel·ligent, una tauleta o un

ordinador. El mòdul fa de passarel·la entre l'split d'aire condicionat, que controla per IR com si d'un comandament a distància es tractés, i la nostra xarxa Wifi, a través de la qual podem controlar a distància l'aire condicionat amb l'ajuda del nostre telèfon. L'aplicació mòbil ens permet conèixer en tot moment la temperatura ambient, encendre i apagar l'split, establir la temperatura desitjada, canviar la manera de ventilació, crear escenes i programacions, etc. És un producte excel·lent que ens permet doncs controlar de forma remota i programar el nostre split d'aire condicionat sense complicacions.

Aquestes dues solucions serveixen per controlar un únic split. Per tant, si volem domotitzar més splits, haurem d'adquirir tants mòduls com splits a controlar. Per tant, posarem aquest controlador als quatre despatxos de l'ajuntament. Aquesta mesura si es dur a terme de manera correcta (fixant així com toca els nivells de temperatura en que tindrem els aires, podem arribar a estalviar fins a un vint per cent del consum de climatització. Així ens estalviarem uns 160 kWh cada mes.

- Xerrades conscienciació personal: intentarem conscienciar al personal de l'ajuntament que l'eficiència energètica de l'edifici depèn en bona part de la seva actitud. Un clar exemple es que no cal tenir l'aire condicionat a l'estiu a una temperatura de 20 graus centígrads i a l'hivern a 25. Es pot aconseguir una temperatura agradable tot l'any entre 21-23 graus (amb l'ajuda del controlador dels *splits* si volem tenir aquesta temperatura, farà que no marxin sempre). Creiem que podrem estalviar fins a un deu per cent si es millora l'actitud del personal.

3.2. L' escola

3.2.1. Descripció de l'edifici

L'escola de Maria de la Salut és un edifici nou construït al 2010. La seva inauguració va ser a principis del 2011.

És un edifici modern que disposa de 2.400 metres i té una capacitat per a 225 alumnes. Consta de tres plantes (la ubicació a uns terrenys amb molt de desnivell és la causant), on les diferents aules i serveis es van repartint: a la planta 0 hi trobem la direcció, secretaria, menjador, banys, entrada principal i educació infantil. A la planta -1, educació primària, aula dels professors i banys. A la planta -2, diferents aules i el gimnàs amb els vestuaris.

El centre es situa a la part est del municipi a la zona alta i al llindar del casc urbà. Tenia una tarifa contractada 3.0A amb unes potències de 95 / 95 i 95 kW pels tres

AUDITORIA ENERGÈTICA EDIFICIS MUNICIPALS DE MARIA DE LA SALUT PERE JORDÀ CARBONELL

períodes.

3.2.2. Recollida de dades

Dins aquest apartat desglossarem l'energia distribuïda pel portador en termes de potència, consum i cost. S'aplicarà, l'inventari de la producció d'energia instal·lada *in situ*.

PLANTA 0						
	Unitats	Potència (W)	Pot. Total (kW)	h/dia	h/mes	Consum mes (kWh)
ENTRADA						
Fluorescent	3	18	0,054	6	180	9,72
CONSEGERIA						
Fluorescent	3	58	0,174	6	180	31,32
PC	1	350	0,35	6	180	63
Impresora	1	570	0,57	0,5	15	8,55
DIRECCIÓ						
Fluorescent	8	18	0,144	3	90	12,96
PC	1	350	0,35	6	180	63
CAP D'ESTUDIS						
Fluorescent	8	18	0,144	3	90	12,96
PC	1	350	0,35	6	180	63
SECRETARIA						
Fluorescent	12	18	0,216	3	90	19,44
PC	1	350	0,35	6	180	63
BANYS PROFESSORS						
Làmpades	4	15	0,06	1	30	1,8
4rt INFANTIL						
Fluorescent	9	58	0,522	6	180	93,96
Làmpada	2	15	0,03	6	180	5,4
PC	1	350	0,35	6	180	63
5é INFANTIL						
Fluorescent	9	58	0,522	6	180	93,96
Làmpades	2	15	0,03	6	180	5,4
PC	1	350	0,35	6	180	63
6é A INFANTIL						
Fluorescent	9	58	0,522	6	180	93,96
Làmpada	2	15	0,03	6	180	5,4
PC	1	350	0,35	6	180	63
TV	1	120	0,12	1	30	3,6
6é B INFANTIL						
Fluorescent	9	58	0,522	6	180	93,96
Làmpada	2	15	0,03	6	180	5,4
PC	1	350	0,35	6	180	63
Proector	1	500	0,5	1	30	15
BANYS NINS						
Làmpada	2	15	0,03	1	30	0,9
BANYS NINES						
Làmpada	2	15	0,03	1	30	0,9
MENJADOR						
Fluorescent	48	18	0,864	1	30	25,92
Làmpada	2	15	0,03	1	30	0,9
MAGATZEM						
Fluorescent	2	36	0,072	0,1	3	0,216
SALA DE MÀQ.						
Fluorescent	1	58	0,058	0,1	3	0,174
BANY						
Fluorescent	1	58	0,058	1	30	1,74
		Total (kW)	8,132			1047,54

Taula 3: llistat càrregues

AUDITORIA ENERGÈTICA EDIFICIS MUNICIPALS DE MARIA DE LA SALUT
PERE JORDÀ CARBONELL

PLANTA -1						
	Unitats	Potència (W)	Pot. Total (kW)	h/dia	h/mes	Consum mes (kWh)
SALA DE PROFESSORS						
Fluorescent	12	18	0,216	2	60	12,96
PC	2	350	0,7	2	60	42
Impresora	1	570	0,57	0,5	15	8,55
BANY PROFESSORS						
Làmpada	3	15	0,045	1	30	1,35
1r PRIMÀRIA						
Fluorescent	24	18	0,432	5	150	64,8
PC	1	350	0,35	5	150	52,5
Projector	1	500	0,5	1	30	15
2n PRIMÀRIA						
Fluorescent	24	18	0,432	5	150	64,8
PC	1	350	0,35	5	150	52,5
Projector	1	500	0,5	1	30	15
3r PRIMÀRIA						
Fluorescent	24	18	0,432	5	150	64,8
PC	1	350	0,35	5	150	52,5
Projector	1	500	0,5	1	30	15
4rt PRIMÀRIA						
Fluorescent	24	18	0,432	5	150	64,8
PC	1	350	0,35	5	150	52,5
Projector	1	500	0,5	1	30	15
5é PRIMÀRIA						
Fluorescent	24	18	0,432	5	150	64,8
PC	1	350	0,35	5	150	52,5
Projector	1	500	0,5	1	30	15
6é PRIMÀRIA						
Fluorescent	24	18	0,432	5	150	64,8
PC	1	350	0,35	5	150	52,5
Projector	1	500	0,5	1	30	15
BANYS NINS						
Làmpada	3	15	0,045	1	30	1,35
BANYS NINES						
Làmpada	3	15	0,045	1	30	1,35
AULA SUPORT						
Fluorescent	8	18	0,144	2	60	8,64
PC	1	350	0,35	2	60	21
ATENCIÓ DIVERSITAT						
Fluorescent	8	18	0,144	2	60	8,64
PC	1	350	0,35	2	60	21
		Total (kW)	10,301			920,64

Taula 4: llistat càrregues

AUDITORIA ENERGÈTICA EDIFICIS MUNICIPALS DE MARIA DE LA SALUT
PERE JORDÀ CARBONELL

PLANTA -2						
	Unidats	Potència (W)	Pot. Total (W)	h/dia	h/mes	Consum mes (kWh)
AULA LLENGUATGE						
Fluorescent	8	18	0,144	2	60	8,64
PC	1	350	0,35	2	60	21
BIBLIOTECA						
Fluorescent	24	18	0,432	2	60	25,92
PC	1	350	0,35	2	60	21
Projector	1	500	0,5	2	60	30
BANY PROFESSORS						
Làmpada	3	15	0,045	1	30	1,35
BANYS NINS						
Làmpada	3	15	0,045	1	30	1,35
BANYS NINES						
Làmpada	3	15	0,045	1	30	1,35
INFORMÀTICA						
Fluorescent	24	18	0,432	2	60	25,92
PC	25	350	8,75	2	60	525
MAGATZEM						
Fluorescent	3	58	0,174	0,5	15	2,61
SALA MULTIUSOS						
Fluorescent	32	18	0,576	2	60	34,56
PC	1	350	0,35	2	60	21
TV	1	120	0,12	2	60	7,2
GIMNÀS						
Focos	6	250	1,5	0,5	15	22,5
MAGATZEM						
Fluorescent	2	58	0,116	1	30	3,48
VESTUARI						
Fluorescent	1	58	0,058	3	90	5,22
Làmpada	1	15	0,015	3	90	1,35
VESTUARI NINS						
Fluorescent	5	58	0,29	3	90	26,1
Làmpada	1	15	0,015	3	90	1,35
VESTUARI NINES						
Fluorescent	5	58	0,29	3	90	26,1
Làmpada	1	15	0,015	3	90	1,35
PATI						
Focos	4	400	1,6	1	30	48
		Total (kW)	16,212			862,35

Taula 5: llistat càrregues

Aquesta és la distribució per plantes de tota la potència instal·lada i tot el consum de l'escola. Així, de manera més resumida, tenim el següent:

	TOTAL kWh/mes		TOTAL kW
PLANTA 0	1047,54	PLANTA 0	8,132
PLANTA -1	920,64	PLANTA -1	10,301
PLANTA -2	862,35	PLANTA -2	16,212
TOTAL ESCOLA	2830,53	TOTAL ESCOLA	34,645

Observem doncs, que tenim una potència instal·lada total a l'escola de 34,645

kW i un consum mensual de 2830,53 kWh. Com podem veure, la planta que més consumeix és la planta 0 (amb més de mil quilo watts per hora cada mes) i la que consumeix menys és la planta -2 (amb una mica més de vuit cents cinquanta quilo watts per hora cada mes). Pel que fa la potència instal·lada és completament al contrari. La planta -2 és la que té una potència instal·lada més elevada (superior als setze quilo watts) i la planta amb menor potència instal·lada és la planta 0 (una mica per sobre dels vuit quilo watts). Això és degut a que a la planta -2 està situat el gimnàs i els vestuaris, cosa que fa que la potència instal·lada augmenti molt ja que la potència dels aparells és elevada. En canvi, com que s'utilitza menys temps que les aules, el consum disminueix respecte del total.

Els següents gràfics mostren com està distribuït, en tant per cent, la potència instal·lada i el consum per plantes:

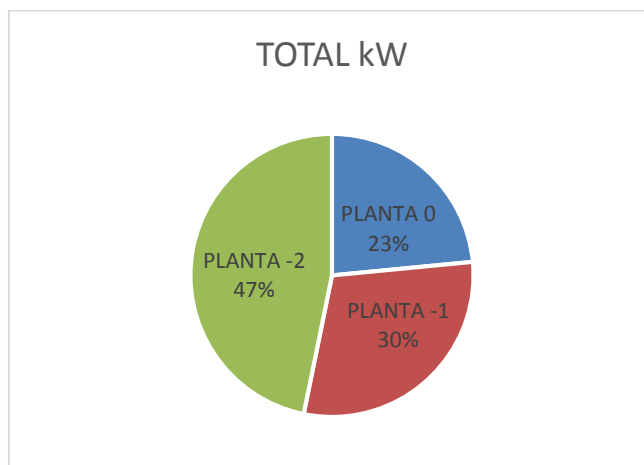


Figura 13: gràfic potència instal·lada

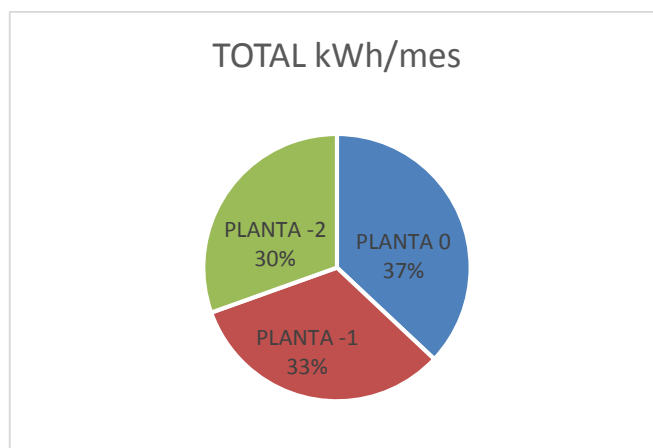


Figura 14: gràfic consum

Per tenir una idea més clara del pes que té la il·luminació i els aparells elèctrics dins del còmput global, tindrem l'ajuda dels següents gràfics:

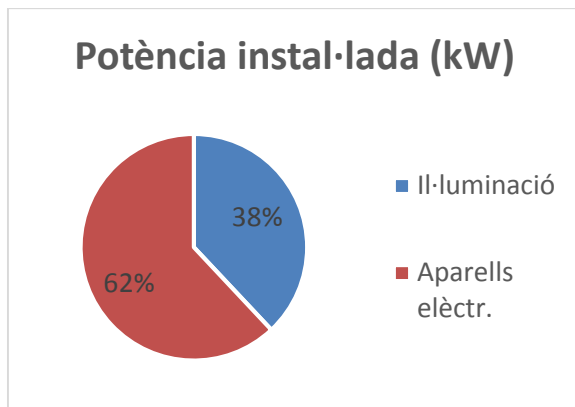


Figura 15: gràfic potència instal·lada

Pot. Instal·lada	kW
Il·luminació	13,165
Aparells elèctr.	21,48
Total escola	34,645

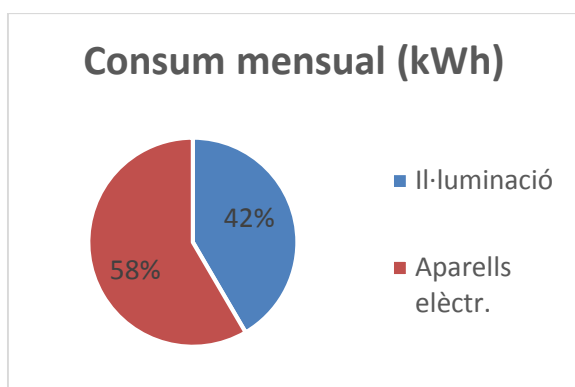


Figura 16: gràfic consum

Consum	kWh
Il·luminació	1176,63
Aparells elèctr.	1653,9

Així doncs, veiem clarament que el pes dels aparells elèctrics és més gran que la il·luminació, un seixanta-dos per cent del total de la potència instal·lada i un cinquanta-vuit per cent del consum. Nosaltres però només ens centrarem amb l'apartat de la il·luminació. Aquest consta d'un trenta-vuit per cent dintre de la potència instal·lada i un quaranta-dos per cent (quasi la meitat) del consum total.

3.2.3. Facturació energia elèctrica

Dins aquest apartat inclourem les factures durant un any de l'energia elèctrica que resumirem amb una taula i el seu corresponent gràfic.

AUDITORIA ENERGÈTICA EDIFICIS MUNICIPALS DE MARIA DE LA SALUT PERE JORDÀ CARBONELL

Període de facturació	Data facturació	Consum P1	Consum P2	Consum P3	Consum total	Reactiva	Potència	€
01/01/2015 a 31/01/2015	27/04/2015	1585	5882	3251	10718	1253	242,25	2164,51
01/02/2015 a 28/02/2015	27/05/2015	1590	6046	3304	10940	890	242,25	2101,61
01/03/2015 a 31/03/2015	20/06/2015	1361	4499	2922	8782	809	242,25	1889,57
01/04/2015 a 30/04/2015	06/07/2015	1132	3370	2692	7194	914	242,25	1660,88
01/05/2015 a 31/05/2015	11/08/2015	818	3401	1825	6044	2108	242,25	1670,32
01/06/2015 a 30/06/2015	12/09/2015	726	3917	1519	6162	146	242,25	1776,42
01/07/2015 a 31/07/2015	10/10/2015	727	3366	1540	5633	3098	242,25	1708,46
01/08/2015 a 31/08/2015	09/11/2015	709	3220	1442	5371	2899	242,25	1636,49
01/09/2015 a 30/09/2015	08/12/2015	1522	4629	2862	9013	3221	242,25	2079,88
01/10/2015 al 31/10/2015	03/11/2015	726	3763	1512	6001	2574	127,5	1293,55
01/11/2015 al 30/11/2015	02/12/2015	426	3245	1291	4962	972	127,5	1020,62
30/11/2015 al 31/12/2015	05/01/2016	414	3949	1593	5956	737	127,5	1141,79

Taula 6: facturació

Com en el cas de l'ajuntament el consum està dividit en tres períodes: punta, pla i vall. Aquests corresponen a la tarifa 3.0A que té l'escola.

Presenciem també un consum de reactiva durant cada més. Una de les mesures que hem aplicat ens ajudarà a reduir al màxim aquest consum i així disminuir el cost de les factures.

Observem també una reducció de la potència contractada a partir del més d'Octubre. Aquest fet, l'explicarem a l'apartat de millores.

Els següents gràfics ens ajudaran a tenir una millor visió de l'evolució tan del consum com del cost de les factures:

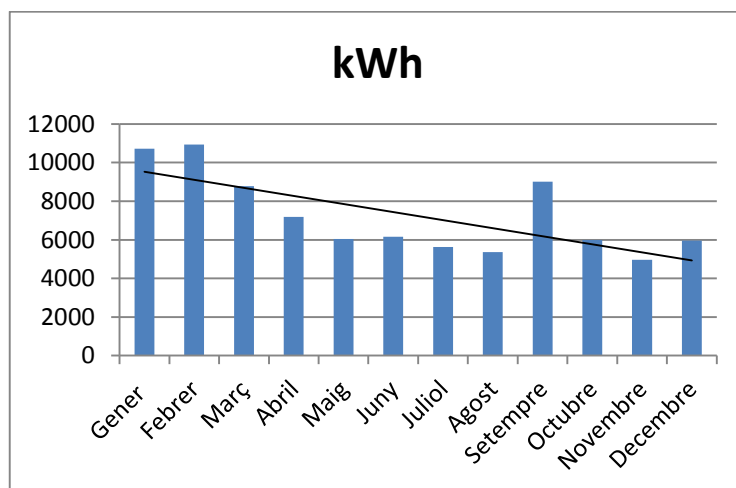


Figura 17: gràfic consum

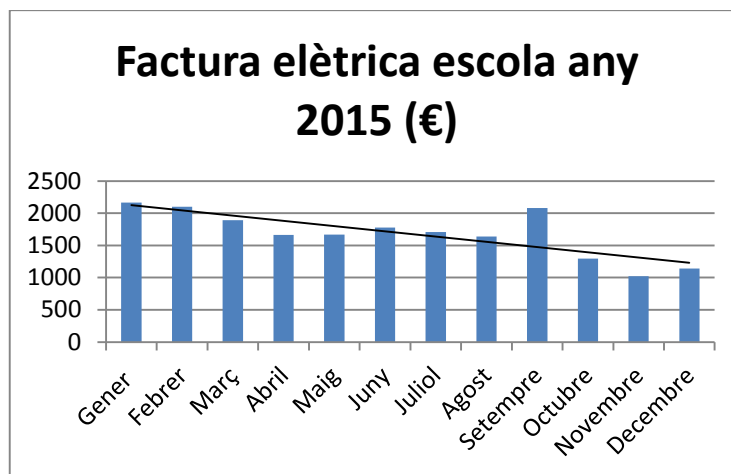


Figura 18: gràfic factura elèctrica

Gràcies a la línia de tendència que hem posat als dos gràfics, es pot veure perfectament com la tendència és que cada vegada es consumeixi menys i per tant, el cost de les factures elèctriques és cada vegada menor. La nostra idea és que segueixi així, i fins i tot, que cada vegada la tendència sigui més pronunciada. Aquesta tendència a la baixa es deu també a la disminució del terme de potència que s'ha dut a terme a partir del mes d'Octubre de l'anterior any.

Amb una mitjana de 7231,33 kWh i 1678,675 € cada mes, destacarem els mesos de Gener, Febrer i Setembre com els que han tingut més consum. Bona part del consum dels primers mesos de l'any es degut a la utilització de la calefacció. En el més de Desembre aquest no s'accentua tant ja que hi ha les vacances de Nadal i això fa que els dies de consum siguin menors. Pel que fa al mes de Setembre, l'inici de les classes i la utilització de l'aire condicionat serien les causes de l'elevat consum que té l'escola. Cal fer referència als mesos de l'estiu on un podria pensar que el consum hauria de ser menys elevat però això no és així ja que el professorat treballa fins ben entrat el Juliol i que l'equip directiu comença a preparar el curs vinent a final d'Agost. La utilització de l'aire condicionat degut a les altes temperatures de la temporada seria el principal consum que es tindria. També cal recordar que encara que no tinguís consum, cada més es paga pel concepte de terme de potència.

3.2.4. Millores energia elèctrica

Un cop realitzat l'estudi per saber quins són els principals elements que consumeixen més, presentarem una sèrie de mesures per fer més eficient l'edifici.

Així doncs, anirem anomenant i explicant una a una les millores que hem pres per disminuir el consum de l'escola. Durant tota l'auditoria ens hem centrat amb la il·luminació ja que creiem que és uns dels aspectes que hem poc esforç econòmic es

pot treure molt de rendiment. Així, les mesures que hem decidit aplicar a l'auditoria de l'ajuntament són les següents:

- Il·luminació LED: totes les làmpades amb bombetes incandescent i al·lògens les passarem a LED. Les substitucions s'han dut a terme de la següent manera:

Fluorescents de 58 W → Fluorescent LED de 22 W

Fluorescents de 18 W → Fluorescent LED de 9 W

Focus 250 W → Focus LED de 75 W

Focus 450 W → Focus LED de 150 W

La instal·lació dels fluorescent és molt senzilla, com ja hem explicat, ja que només s'hauria de treure la reactància i l'encebador de l'antic i instal·lar el tub fluorescent LED. Les dels focus també és senzilla i com a molt hauríem d'instal·lar un petit transformador de potència.

Amb aquests canvis, a la il·luminació hem passat de tenir una potència instal·lada de 36,645 a 26,76 kW i el consum ha passat de 2830,53 a 2150,97 kWh. El consum ha baixat un vint-i-quatre per cent menys.

- Detector crepuscular: instal·larem un detector a les aules d'infantil i primària. Serveix per connectar o desconnectar la il·luminació al detectar el nivell de lluminositat fixat. Té una instal·lació molt senzilla i funciona de la següent manera: si la il·luminació queda per davall del valor fixat, es tanca el contacte del relé. Si sobrepassa el valor, llavors s'obri el contacte del relé. Així evitarem tenir la llum encesa quan no ens faci falta. Ens estalviarem fins un trenta per cent del consum d'aquests llocs. Ens estalviaríem uns 120 kWh cada mes.
- Xerrades conscienciació alumnes: ja que l'escola és per alumnes d'infantil i primària, aquests per l'edat no tenen en ment que els llums no han d'estar encesos si hi ha suficient llum dins l'aula. Per això realitzaré unes xerrades amb els alumnes intentant explicar lo important que és no tenir els llums encesos si no fa falta. Amb aquestes "conferències" creiem que podrem estalviar fins un deu per cent de tot el consum amb il·luminació. També es podria incloure com a centre d'interés pedagògic o projecte educatiu. Això suposaria un estalvi de, més o menys, 50 kWh cada mes.
- Climatització: aquest apartat s'ha decidit no tocar-lo ja que tota la instal·lació està centralitzada i creiem que és podria fer molt poca cosa i que no seria viable.
- Disminució potència contractada: al mes de setembre de l'any dos mil quinze es va dur a terme un estudi per saber si les potències contractes per l'ajuntament i

a l'escola eren les que tocaven per el consum que tenia. Aquest estudi va resultar molt efectiu i vam poder baixar la potència contractada global que va passar de 242,25 a 127,5 kW. Així doncs, es va veure que hi havia un excés de potència contractada (com ja havíem explicat) per part de l'ajuntament a l'escola del municipi.

- Bateria condensadors: com hem pogut veure a l'apartat de facturació, cada més l'escola consumeix energia reactiva. Aquest fet suposa un recàrrec a les factures i simplement amb la instal·lació d'una bateria de condensadors es podria evitar aquest fet. Així ens evitaríem el consum de 1635 kVA_{rh} de mitja que té l'escola cada mes i faríem disminuir el cost de la factura. Els corresponents càlculs per l'elecció de la bateria de condensador estan a l'annex.

3.3. Poliesportiu

3.3.1. Descripció de l'espai esportiu

El poliesportiu està situat al nord del municipi just a una de les entrades al poble i disposa de camp de futbol, vestuaris, pista de tennis, de paddel i de squash. També compta amb dues piscines no-climatitzades, banys i pavelló esportiu semi-cobert i, a demés, té servei de bar i restaurant.

Tenia una tarifa contractada 3.0A amb unes potències de 27 / 27 i 43,6 kW pels tres períodes.

3.3.2. Recollida de dades

Dins aquest apartat desglossarem l'energia distribuïda pel portador en termes de potència, consum i cost. S'aplicarà, l'inventari de la producció d'energia instal·lada *in situ*.

AUDITORIA ENERGÈTICA EDIFICIS MUNICIPALS DE MARIA DE LA SALUT PERE JORDÀ CARBONELL

	Unidats	Potència (W)	Pot. total (kW)	h/dia	h/mes	Consum mes (kWh)
CAMP DE FUTBOL						
Focus 1	6	2000	12	0,5	15	180
Focus 2	10	1000	10	0,5	15	150
Focus 3	2	400	0,8	0,5	15	12
Bomba gespa	1	21000	21	0,5	15	315
VESTUARIS						
Làmpades	10	36	0,36	0,3	9	3,24
VESTUARI ÀRBITRE						
Fluorescent	1	36	0,036	0,1	3	0,108
Làmpada	1	60	0,06	0,1	3	0,18
BANYS						
Làmpades	3	60	0,18	0,3	9	1,62
Termos	2	1800	3,6	0,1	3	10,8
Rentadora	1	2000	2	0,1	3	6
Aixugadora	1	1800	1,8	0,1	3	5,4
PAVELLÓ						
Focus	27	450	12,15	0,4	12	145,8
PARKING						
Focus led	2	200	0,4	4	120	48
TENNIS						
Focus	8	400	3,2	0,3	9	28,8
PISCINA						
Faroles	3	120	0,36	0,3	9	3,24
Bomba piscina	2	3309,74	6,619	0,15	4,5	29,788
VESTUARIS						
Làmpades	4	60	0,24	0,2	6	1,44
SQUASH						
Focus	4	400	1,6	0,1	3	4,8
PADEL						
Focus	4	550	2,2	0,1	3	6,6
BAR						
Làmpades	10	50	0,5	10	300	150
Fluorescent	4	58	0,232	10	300	69,6
Màquina café	1	1100	1,1	2,5	75	82,5
Fregidora	1	2000	2	3,2	96	192
Frigorífic	8	160	1,28	24	720	921,6
Rentavaixelles	1	2000	2	4	120	240
TV	2	120	0,24	10	300	72
Conservadora	4	180	0,72	24	720	518,4
Aires	3	1980	5,94	5	150	891
Termo	1	1600	1,6	6	180	288
Potència instal·lada (kW)			94,22	Consum total (kWh)		4377,916

Taula 7: llistat càrregues

Aquí es pot veure com està distribuïda la potència instal·lada i el consum per els diferents espais del poliesportiu.

Com es pot veure, tenim una potència instal·lada de 94,22 kW i un consum mensual de 4377,916 kWh.

A continuació amb les taules i el gràfics següents tindrem una visió del pes que té cada amb els apartats d'il·luminació (no inclou la il·luminació del bar), bar i altres (bomba piscina, eixugadora, etc):

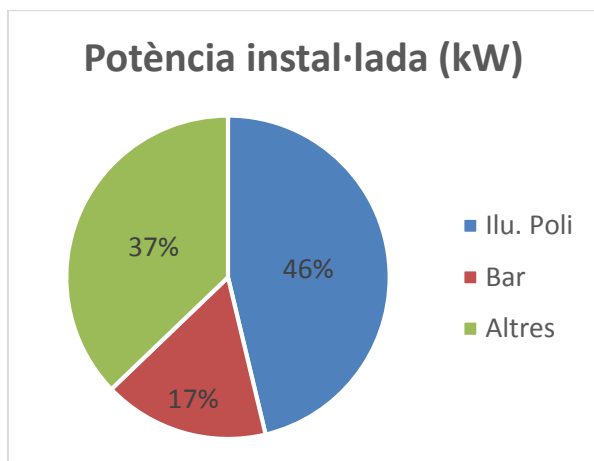


Figura 19: gràfic potència instal·lada

Pot. Instal·lada	kW
Ilu. Poli	43,586
Bar	15,612
Altres	35,019

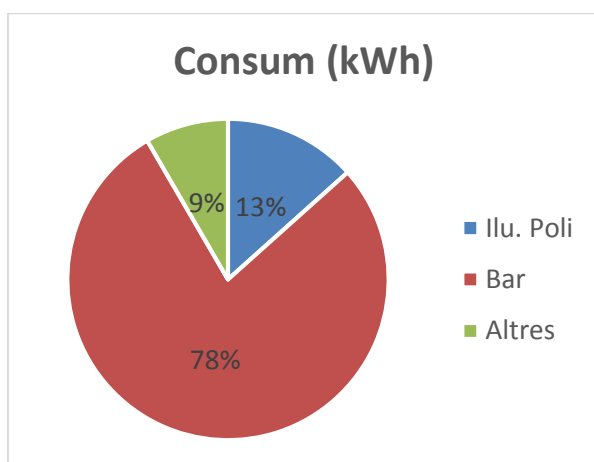


Figura 20: gràfic consum

Consum	kWh
Ilu. Poli	585,828
Bar	3425,1
Altres	366,988

Destacarem que, en quant a la potència instal·lada, el bar és on hi ha menys potència i en canvi és l'apartat on es consumeix més i amb molta diferència respecte els altres. Això és degut als frigorífics i conservadores que han d'estar les 24 hores del dia en funcionament i els *splits* que estan bona part del dia en marxa (tan per l'hivern quan fa fred com a l'estiu que fa calor). En canvi, a l'altre extrem està la part de la il·luminació que representa quasi el cinquanta per cent del total de la potència instal·lada i només és tretze per cent del consum total.

Hem de fer referència a aquest aspecte ja que, com hem dit a l'apartat anterior, el funcionament dels espais per practicar esports (ja sigui el cap de futbol, pistes de tennis i amb molt més efecte les pistes d'squash i pàdel) no és el més habitual ja que s'empren poc.

Si tots els espais esportius funcionessin a un rendiment més elevat el pes de la il·luminació augmentaria considerablement i, fins i tot, a l'estiu podria arribar a ser el cinquanta per cent del total del consum. Tot i això, ens hem centrat al funcionament actual de tot l'espai poliesportiu.

3.3.3. Facturació energia elèctrica

Dins aquest apartat inclourem les factures durant un any de l'energia elèctrica que resumirem amb una taula i el seu corresponent gràfic.

Període de facturació	Data facturació	Consum P1	Consum P2	Consum P3	Consum total	Reactiva	Potència	€
03/01/2015 a 02/02/2015	27/04/2015	1501	811	324	2636	0	111,18	726,48
03/02/2015 a 20/02/2015	27/05/2015	1685	905	326	2916	53	111,18	630,75
21/02/2015 a 20/03/2015	27/05/2015	317	95	141	553	0	111,18	383,97
21/03/2015 a 22/04/2015	25/06/2015	983	707	283	1973	431	111,18	581,28
23/04/2015 a 22/05/2015	28/07/2015	461	611	144	1216	28	111,18	511,12
23/05/2015 a 18/06/2015	23/08/2015	223	602	298	1123	3	111,18	443,53
19/06/2015 a 23/07/2015	06/10/2015	1152	3496	2012	6660	1408	111,18	1314,58
24/07/2015 a 21/08/2015	25/10/2015	1631	3804	2174	7609	1525	111,18	1364,61
22/08/2015 a 23/09/2015	30/11/2015	1721	4176	2541	8438	1958	111,18	1518,53
24/09/2015 al 22/10/2015	23/10/2015	1783	3273	2065	7121	1758	179,66	1523,05
22/10/2015 al 25/11/2015	26/11/2015	2017	2205	1300	5522	861	179,66	1357,54
25/11/2015 al 24/12/2015	28/12/2015	1301	943	432	2676	72	179,66	731,25

Taula 8: facturació

Com en el cas de l'ajuntament i l'escola el consum està dividit en tres períodes: punta, pla i vall. Aquests corresponen a la tarifa 3.0A que té el poliesportiu.

Presenciem també un consum de reactiva durant alguns mesos i que s'accentua entre els mesos de Juny i Octubre . Una de les mesures que hem aplicat ens ajudarà a reduir al màxim aquest consum i així disminuir el cost de les factures.

Observem també una augment de la potència contractada a partir del més d'Octubre. Aquest fet és degut a l'estudi que vam realitzar sobre les potències que tenia contractades l'ajuntament al espais auditats.

Els següents gràfics ens ajudaran a tenir una millor visió de l'evolució tan del consum com del cost de les factures:

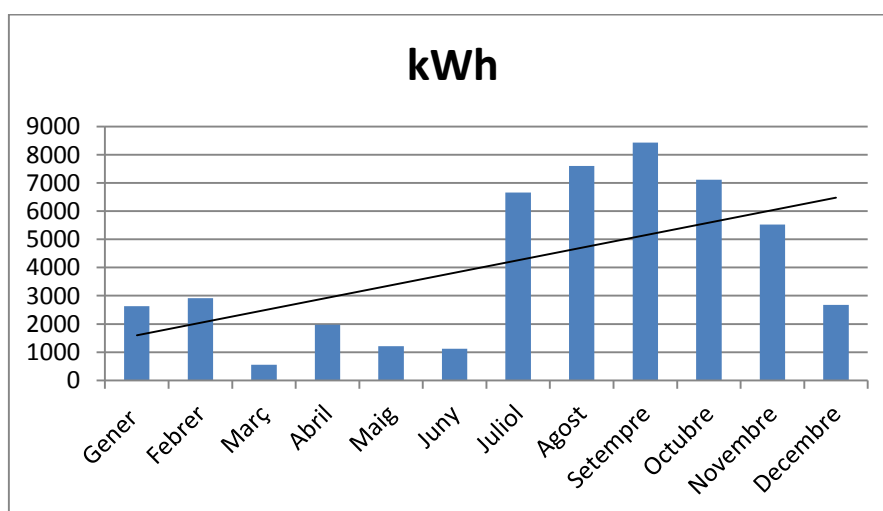


Figura 21: gràfic consum

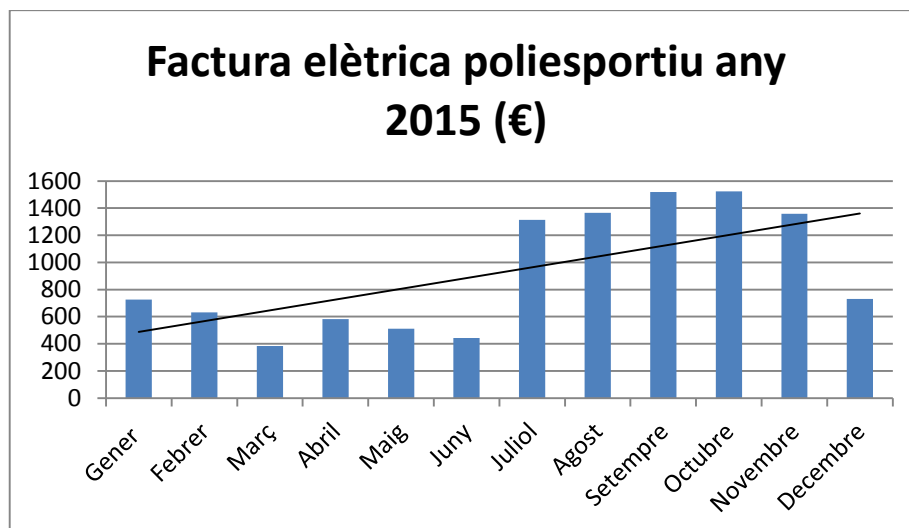


Figura 22: gràfic factura elèctrica

Com podem veure, el gràfic del poliesportiu es totalment al revés dels altres dos anteriors. A partir de l'augment de potència que es va produir al mes d'Octubre els valor han augmentat.

Amb una mitja de 4036,92 kWh cada mes i un 923,89 € per mes destacarem que durant els mesos de Juliol i Agost, degut a que la piscina està oberta i la bomba de la depuradora es d'una potència elevada, l'augment és molt significatiu. A aquest fet s'hi ha d'afegir que els aires del bar estan bona part del dia en funcionament i això fa que encara més es disparin els consums. Destacar també l'augment significatiu que es produeix en el mes de Setembre, que és degut a la realització un torneig de futbol per la nit i fa que els focus estiguin més temps en funcionament que l'habitual.

La resta de l'any, entre Gener i Juny, veiem que el consum és relativament baix respecte a partir del Juliol. Això es deu a que la participació en espais esportius (excepte el camp de futbol) és menys elevat que a l'estiu.

El camp de futbol a l'hivern, la majoria d'equips que entrenen a les instal·lacions són menors i fa que entrenin a la tarda i no calgui l'encesa de llums.

3.3.4. Millores energia elèctrica

Un cop realitzat l'estudi per saber quins són els principals elements que consumeixen més, presentarem una sèrie de mesures per fer més eficient l'edifici.

Així doncs, anirem anomenant i explicant una a una les millores que hem pres per disminuir el consum del poliesportiu. Durant tota l'auditoria ens hem centrat amb la il·luminació ja que creiem que és uns dels aspectes que hem poc esforç econòmic es pot treure molt de rendiment. També hem tingut l'idea d'incorporar la fotovoltàica com a mesura molt interessant que explicarem amb més detall. Així, les mesures que hem

decidit aplicar a l'auditoria de l'ajuntament són les següents:

- Il·luminació LED: totes les làmpades amb bombetes incandescent i al·lògens, els fluorescents i els focus les passarem tot a LED. Les substitucions s'han dut a terme de la següent manera:

Fluorescents de 58 W → Fluorescent LED de 22 W

Fluorescents de 36 W → Fluorescent LED de 20 W

Focus 250 W → Focus LED de 75 W

Focus 450 W → Focus LED de 150 W

Làmpades 60W → Bombeta LED 9 W

La instal·lació dels fluorescent és molt senzilla ja que només s'hauria de llevar la reactància i l'encebador de l'antic i instal·lar el tub fluorescent LED. Les dels focus també és senzilla i com a molt hauríem d'instal·lar un petit transformador de potència.

Amb aquesta mesura, passem de tenir un consum en il·luminació de 434,63 a 175,63 kWh mensuals. Suposaria quasi un seixanta per cent menys de consum en tema il·luminació.

- Bar: com hem vist abans, el pes que té el bar dins el consum total del poliesportiu és molt elevat. Per poder combatre aquest fet instal·larem Controlador universal de IntesisHome per evitar així l'excés de consum dels *splits*. Així podríem estalviar fins a un vint per cent durant els mesos on fa més calor o més fred que suposaria uns 175 kWh cada mes. També s'ha de fer referència a que canviarem tota la il·luminació a LED que està englobada a l'apartat anterior.

Una altra mesura que es podria efectuar seria el canvi de tots els electrodomèstics d'una classificació energètica superior. Aquesta situació no la tindrem en compte ja que s'haurien de canviar tots els electrodomèstics i el cost seria molt elevat. Es podria anar fent el canvi d'un o dos electrodomèstics cada any per així no augmentar el cost en un sol any. Hem calculat i ens podríem estalviar uns tres cents quilo watts hora a l'any per cada canvi dels electrodomèstics per una etiqueta més eficient.

Cas a part tenen el camp de futbol i la pista de tennis ja que cap dels dos espais complia la normativa reglamentaria que s'havia d'aplicar. A continuació explicarem com queden tan el camp de futbol com la pista de tennis. Ho tindrem en compte com si fos una mesura diferent.

- Camp de futbol: a l'hora de fer les substitucions dels focus que hi havia instal·lats pels de LED ens vam adonar que no complia amb la normativa vigent. Gràcies al programa Dialux hem pogut realitzar una simulació que ens permetés comprovar que ara si compleix amb la normativa.

De la normativa UNE-EN 12193 del novembre de 2003 "Iluminación de instalaciones Deportivas" podem extreure la següent taula:

Selección de la clase de alumbrado

Nivel de competición	Clase de alumbrado		
	I	II	III
Internacional y nacional	*		
Regional	*	*	
Local	*	*	*
Entrenamiento		*	*
Recreativo/deportes escolares (Educación física)			*

Taula 9: classe d'enllumenat

Així, el nostre enllumenat és de la classe II, ja que només s'entrena i es juguen partits de regional.

Un cop comprovat la classe d'enllumenat, ens trobem la pròxima taula:

Exterior		Área de referencia		Números de puntos de cuadrícula	
		Longitud m	Anchura m	Longitud	Anchura
Baloncesto	PA:	28	15	13	7
	TA:	32	19	15	9
Balonmano	PA:	40	20	15	7
	TA:	44	27,5	15	9
Fistball	PA:	50	20	17	7
	TA:	66	32	17	9
Floorbol	PA:	40	20	15	7
	TA:	43	22	15	7
Fútbol	PA:	100 a 110	64 a 75	19 a 21	13 a 15
	TA:	108 a 118	72 a 83	21	13 a 15
Fútbol americano	PA:	110 a 117,5	55	21	9 a 11
Netball	PA:	30,5	15,3	13	7
	TA:	37,5	22,5	15	9
Rugby	PA:	144	69	23	11
	TA:	154	79	23	11
Voleibol	PA:	24	15	13	9
		(véase nota 1)		(véase nota 1)	
Clase	Iluminancia horizontal			GR	Índice de rendimiento de color
	E_{med} lux	E_{min} / E_{med}			
I	500	0,7		50	60
II	200	0,6		50	60
III	75	0,5		55	20

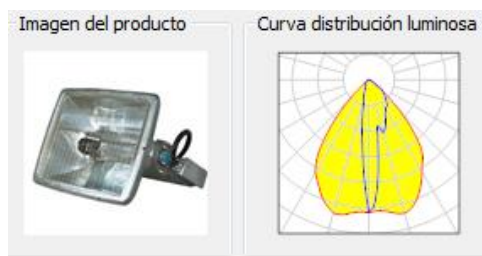
NOTA 1 – Para la Clase I, la competición internacional en el nivel máximo puede justificar una longitud de 34 m para el área principal (PA). El número correspondiente de puntos de cuadrícula en longitud es entonces de 15.

Taula 10: nivells il·luminació

Una vegada comprovat que les mesures del camp no són les corresponent a la normativa ens disposem a realitzar la simulació del camp de futbol amb els valor lumínics corresponent a la normativa per poder aconseguir els nivells d'il·luminació que ens exigeix aquesta.

Amb l'ajuda del programa Dialux i del catàleg de Phillips que es pot adherir al programa hem decidit que s'instal·laran vint-i-quatre focus de mil watts repartits en sis torres de dotze metres que ja estan construïdes a l'actual camp. Així en comptes de tenir divuit focus amb una potència total de vint-i-dos coma vuit quilo watts tindrem vint-i-quatre focus amb una potència total de vint-i-quatre quilo watts.

El focus que hem escollit per la il·luminació és un PHILIPS MVF028 1xSON-T1000W SGR MB_220:



El projector LED que seria l'equivalent a l'escollit és de la marca Autosolar i el model és BB-LF-400W-SMD:



Així, una vegada fet els canvis per focus LED la potència instal·lada al camp de futbol és de nou coma sis quilo watts. El consum també serà molt menys i passarem dels tres-cents seixanta quilo watts per hora a cent quaranta quatre. Per tant, ens estalviem dos-cents setze quilo watts per hora.

La simulació amb la il·luminació Philips és la següent:



Figura 23: simulació camp de futbol



Figura 24: simulació camp de futbol

Els resultats lumínics un cop realitzat els càlculs de la simulació són:

AUDITORIA ENERGÈTICA EDIFICIS MUNICIPALS DE MARIA DE LA SALUT PERE JORDÀ CARBONELL

Sumario de los resultados

Nº	Tipo	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}	$E_{h.m.} / E_m$	H [m]	Cámara
1	horizontal	219	131	340	0.60	0.39	/	0.000	/

$E_{h.m.} / E_m$ = Relación entre la intensidad luminica central horizontal y vertical, H = Medición altura

Taula 11: resultats nivells il·luminació

Les isolínies ens ajudaran a veure el repartiment dels nivells d'il·luminació que hi ha a tot el camp de futbol:

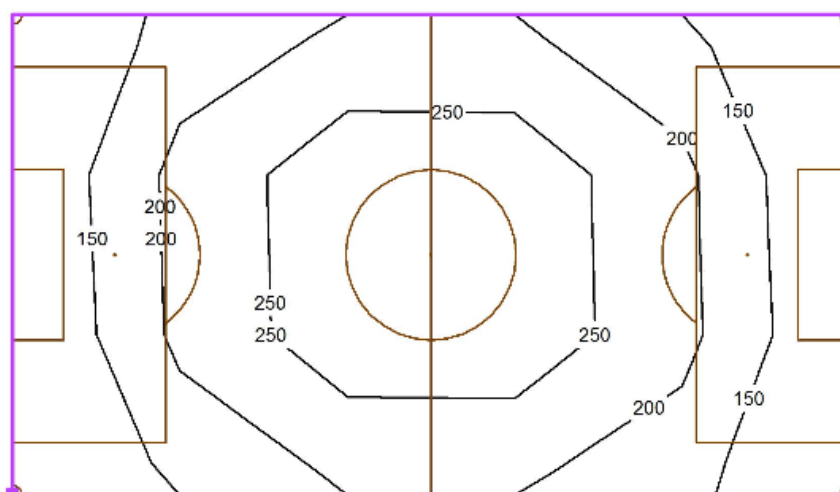


Figura 25: resultats corbes il·luminació

Com podem comprovar els nivells exigits per la normativa es compleixen perfectament. A l'annex es detallaran tots els càlculs de la simulació.

- Pista de tennis: a l'hora de fer les substitucions dels focus que hi havia instal·lats pels de LED ens vam adonar que no complia amb la normativa vigent. Gràcies al programa Dialux hem pogut realitzar una simulació que ens permetés comprovar que ara sí compleix amb la normativa.

De la normativa UNE-EN 12193 del novembre de 2003 "Iluminación de instalaciones Deportivas" podem extreure la següent taula:

Nivel de competición	Clase de alumbrado		
	I	II	III
Internacional y nacional	*		
Regional	*	*	
Local	*	*	*
Entrenamiento		*	*
Recreativo/deportes escolares (Educación física)			*

Taula 12: classe d'enllumenat

Així, el nostre enllumenat és de la classe II, ja que només s'entrena i es juguen partits de regional.

Un cop comprovat la classe d'enllumenat, ens trobem la pròxima taula:

NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN (exterior)	Iluminancia horizontal	Uniformidad
	E med (lux)	E min/E med
Competiciones internacionales y nacionales	500	0,7
Competiciones regionales, entrenamiento alto nivel	300	0,7
Competiciones locales, entrenamiento, uso escolar y recreativo	200	0,6

Taula 13: nivells mínims enllumenat

Una vegada comprovat que les mesures del camp són les corresponent a la normativa ens disposem a realitzar la simulació del camp de futbol amb els valor lumínics corresponent a la normativa per poder aconseguir els nivells d'il·luminació que ens exigeix aquesta.

Amb l'ajuda del programa Dialux i del catàleg de Phillips que es pot adherir al programa hem decidit que s'instal·laran quatre focus de mil watts repartits en quatre torres de dotze metres que ja estan construïdes a l'actual pista. Així en comptes de tenir vuit focus de quatre cents quilo watts i amb una potència total de tres coma dos quilo watts tindrem quatre focus amb una potència total de quatre quilo watts.

El focus que hem escollit per la il·luminació és un PHILIPS HNF 901C 1xSON-T1000WN:



El projector LED que seria l'equivalent a l'escollit és de la marca Autosolar i el model és BB-LF-400W-SMD:



Així, una vegada fet els canvis per focus LED la potència instal·lada a la pista de tennis és de u coma sis quilo watts. El consum també serà molt menys i passarem dels trenta-sis quilo watts per hora a catorze coma quatre. Per tant, ens estalviem vint-i-un quilo watts per hora.

La simulació amb la il·luminació Philips és la següent:

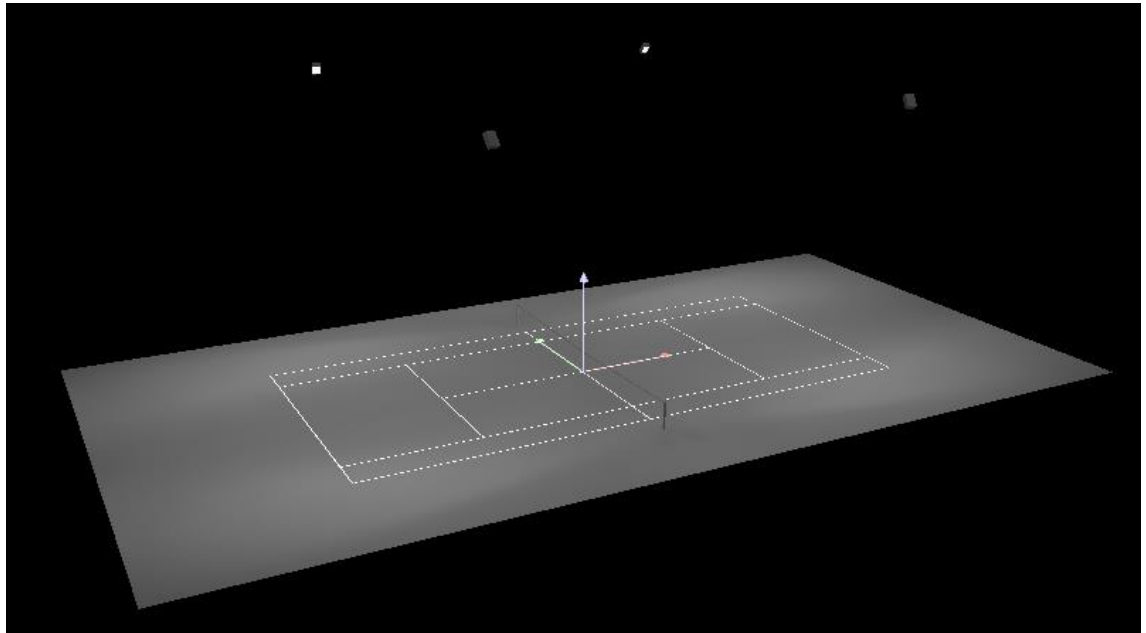


Figura 26: simulació pista de tennis

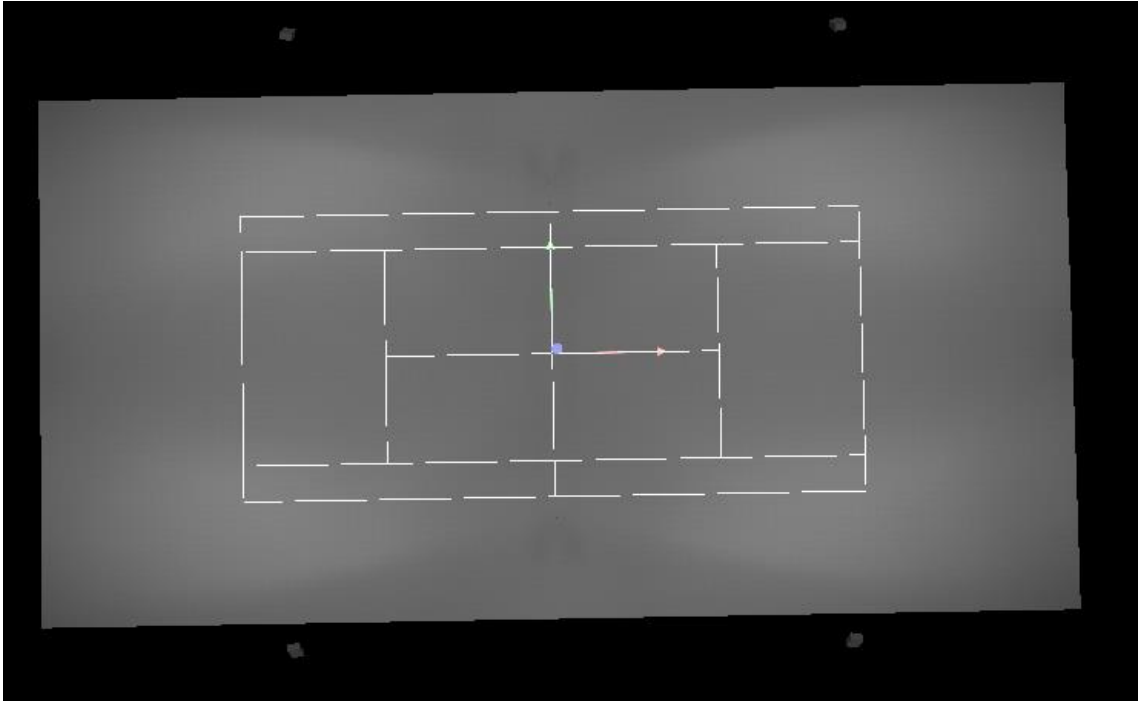


Figura 27: simulació pista de tennis

Els resultats lumínics un cop realitzat els càlculs de la simulació són:

Sumario de los resultados

Nº	Tipo	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}	$E_{h\ m} / E_m$	H [m]	Cámara
1	horizontal	246	182	332	0.74	0.55	/	0.000	/

$E_{h\ m} / E_m$ = Relación entre la intensidad lumínica central horizontal y vertical, H = Medición altura

Taula 14: resultats nivells il·luminació

Les isolínies ens ajudaran a veure el repartiment dels nivells d’il·luminació que hi ha a tota la pista de tennis:

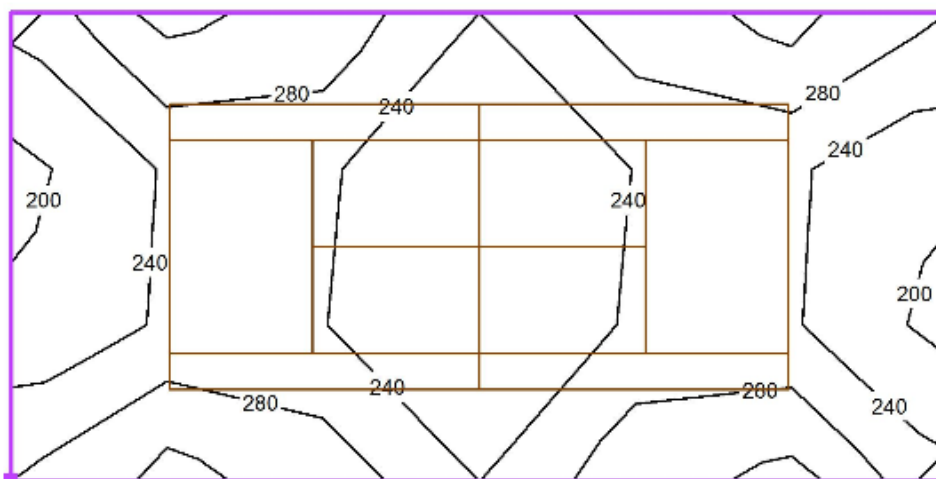


Figura 28: resultats corbes il·luminació

Com podem comprovar els nivells exigits per la normativa es compleixen perfectament. A l'annex es detallaran tots els càlculs de la simulació.

Amb aquest canvi d'il·luminació, degut a que hem hagut de pujar la potència total de la il·luminació de la pista de tennis ja que no complia amb la normativa, ens ha augmentat una mica el consum en 7,2 kWh cada mes.

- Potència contractada: amb les mesures per estalviar energia elèctrica que hem dut a terme, l'augment de potència que es va dur a terme l'Octubre de l'any passat ja no faria falta perquè hem aconseguit disminuir 10 kW la potència instal·lada de tot el poliesportiu.
- Instal·lació fotovoltaica: la mesura més interessant seria de la fer una instal·lació fotovoltaica però, de moment, té el problema que el govern ha imposat un impost a l'energia solar i això fa que no sigui viable. Seria una gran opció per si deroguessin el Reial Decret 900-2015 d'autoconsum el quan posa molts d'impediments a la construcció de instal·lacions fotovoltaiques. A l'apartat d'annexes hi haurà els càlculs de la instal·lació fotovoltaica que aniria instal·lada damunt la coberta sud del pavelló. Amb aquesta instal·lació creiem que seria possible que tot l'espai de poliesportiu, menys el bar (que l'explota un particular) fos autònom i no hauria de consumir energia de la xarxa elèctrica.
- Bateria de condensadors: com hem pogut veure a l'apartat de facturació, cada més el poliesportiu consumeix energia reactiva. Aquest fet suposa un recàrrec a les factures i simplement amb la instal·lació d'una bateria de condensadors es podria evitar aquest fet. Així ens evitariem el consum de 675 KVarh de mitja i faríem disminuir el cost de la factura. Els corresponents càlculs per l'elecció de la bateria de condensador està a l'annex.

3.4. Estudi econòmic

3.4.1. Pressupost

El pressupost total per les inversions que hauríem de realitzar si es dugués a terme l'auditoria és el següent:

Article	Unitats	Preu/unitat (€)	Preu total (€)
AJUNTAMENT			
Fluorescent LED 20W	46	9,9	455,4
Làmpada LED 7W	5	4,5	22,5
Fluorescent LED 9W	4	6,6	26,4
Finestra alumini 2 fulles	5	91,75	458,75
Intesis home	4	135	540
Detector crepuscular	2	122	244
Total (€)			1747,05
ESCOLA			
Fluorescent LED 9W	333	6,6	2197,8
Fluorescent LED 22W	57	13,9	792,3
Focus LED 150W	4	157,18	628,72
Focus LED 75W	6	134,75	808,5
Detector crepuscular	10	122	1220
Bateria condensador	1	900	900
Total (€)			6547,32
POLIESPORTIU			
Fluorescent LED 22W	8	13,9	111,2
Fluorescent LED 20W	1	9,9	9,9
Focus LED 150W	8	157,18	1257,44
Focus LED 75W	6	134,75	808,5
Làmpada LED 9W	28	7,99	223,72
Làmpada LED 20W	3	4,5	13,5
Focus LED 400W	28	648,23	18150,44
Bateria condensador	1	785	785
Total (€)			21359,7
TOTAL (€)			29654,07

Taula 15: pressupost

Així doncs, haurem d'invertir un total de 26.654,07€ per poder realitzar completament la auditoria. Com és pot veure està desglossat per apartats, així queda clar el que hauríem d'invertir per fer cada auditoria.

3.4.2. Viabilitat

Degut a que el total de la inversió és de 30.000€ s'ha demanat un crèdit bancari al 0,5% (interès dels ajuntaments) a 20 anys. A l'annex hi haurà l'informe del crèdit demanat. També s'hi adjunta un crèdit per només la inversió del camp del poliesportiu ja que aquest es molt més elevat que els altres. L'estudi de la viabilitat del projecte ve

AUDITORIA ENERGÈTICA EDIFICIS MUNICIPALS DE MARIA DE LA SALUT PERE JORDÀ CARBONELL

donat pel següent quadre:

Estalvi (diferència facturació + reposicions)		Despeses crèdit		Estalvi net	
Any	€	Any	€	Any	€
1	1722,24	1	1696,1	1	26,14
2	1722,24	2	1580	2	142,24
3	1722,24	3	1580	3	142,24
4	1722,24	4	1580	4	142,24
5	1722,24	5	1580	5	142,24
6*	16722,24	6	1580	6	15142,24
7	1722,24	7	1580	7	142,24
8	1722,24	8	1580	8	142,24
9	1722,24	9	1580	9	142,24
10	1722,24	10	1580	10	142,24
11	1722,24	11	1580	11	142,24
12*	16722,24	12	1580	12	15142,24
13	1722,24	13	1580	13	142,24
14	1722,24	14	1580	14	142,24
15	1722,24	15	1580	15	142,24
16	1722,24	16	1580	16	142,24
17	1722,24	17	1580	17	142,24
18*	16722,24	18	1580	18	15142,24
19	1722,24	19	1580	19	142,24
20	1722,24	20	1580	20	142,24

Taula 16: viabilitat econòmica

On * significa que hi hauria d'haver els canvis de enllumenat que hi ha instal·lat actualment.

La vida útil mitja de les lluminàries actuals són d'uns sis anys. Per tant, dins els vint anys que hem programat la viabilitat de la nostra auditoria es canviarien fins a tres vegades. Això tindria un cost de 15.000 €. En canvi, la vida útil del LED és de 20 anys, cosa que fa que no s'hagin de canviar cap vegada.

Com podem observar, durant els primers 20 anys es va estalviant poc a poc tret dels anys que hauríem de canviar tot l'enllumenat actual on estalviem una mica més. Un cop passat aquests 20 anys, l'estalvi ja seria total i d'uns 1700€ anuals.

Per comprovar si el nostre projecte és viable econòmicament, hem calculat dos paràmetres econòmics que ens facilitaran aquesta informació. Són el VAN i el TIR.

El VAN (Valor actual net) és un mètode de selecció d'inversions de tipus dinàmic. Si el VAL és positiu serà aconsellable realitzar el projecte ja que seria viable econòmicament.

La fórmula que el defineix és la següent:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

On:

V_t representa els tipus de caixa en cada període t .

I_0 és el valor de la inversió inicial.

N és el número de períodes considerats.

K és el tipus d'interès.

Així, el nostre VAN és d'uns 3.897,33 € cosa que fa viable econòmicament el nostre projecte.

Per altra part, tenim el TIR (la taxa interna de retorn) que mesura la rendibilitat al venciment d'una inversió en forma de taxa anual. És aquella taxa d'interès, r , que fa que el valor actual net d'un projecte d'inversió sigui igual a 0. La fórmula que el defineix és la següent:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

On:

VAN és el valor actual net.

I_0 és la inversió inicial (en el moment $t=0$).

C_t és el flux de caixa anual (en cada moment t).

T és el nombre d'anys.

Així, el nostre TIR és d'un 4%. Com que l'interès del nostre projecte és del 3% i el TIR ens surt més gran, aleshores és interessant realitzar el projecte. Com a punt final, dir que el *pay-back* seria de quasi dotze anys.

S'ha de tenir en compte que hem considerat que la variació del preu de la electricitat serà nul·la ja que, com podem veure a continuació amb l'ajuda del següent gràfic, des de l'entrada del mercat lliure el 2009 la variació dels darrers tres anys ha estat mínima.

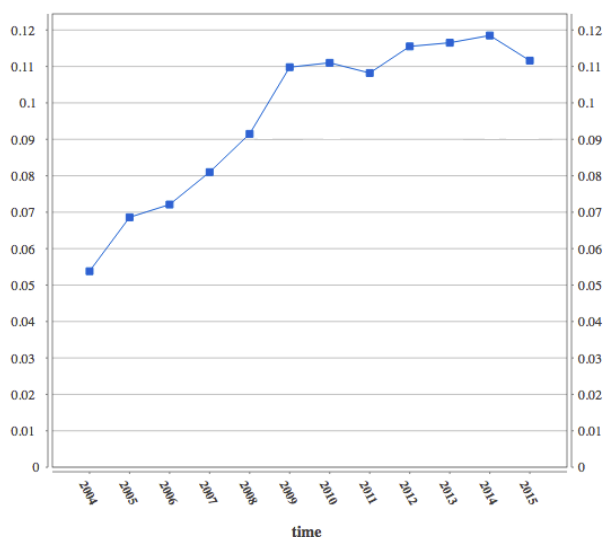


Figura 29: evolució preu electricitat

3.5. Plànols

Dins l'apartat de plànols hem posat els que ens han facilitat des de l'Ajuntament de Maria de la Salut. Són els següents. Estan a la carpeta corresponent de plànols.

3.5.1. Plànols ajuntament

3.5.2. Escola

3.5.3. Poliesportiu

4. Normativa

Les diferents normatives que s'han emprat al llarg del present projecte són les següents:

- UNE-EN-16247-1-Requisits generals a una auditoria.
- UNE-EN-16247-2-Edificis.
- UNE-EN-12193-II-luminació espais esportius.
- Decret Autoconsum Illes Balears

5. Conclusions

Una vegada realitzat el projecte, puc dir que estic molt satisfet de com ha anat ja que l'objectiu principal era proposar una sèrie de mesures que ajudessin a no pagar tant per les factures d'electricitat del meu poble. Així doncs, podem extreure les següents conclusions:

- La principal és que el projecte és viable econòmicament cosa que hem fa sentir molt satisfet pel treball realitzat.
- Hem aconseguit disminuir un 15% el cost de les factures elèctriques. Es pot veure amb més detall a la taula següent:

	Consum (kWh)		
	Actualment	Després auditoria	Diminució (%)
Ajuntament	1549,25	1333,08	14
Escola	2830,53	2150,97	24
Poliesportiu	4036,92	3780,78	6,5

Taula 17:comparativa consums

*Cal recordar que a l'escola no s'ha tingut en compte la climatització

- Una de les conclusions a tenir en compte, en la part del poliesportiu, és que el bar tot sol consumeix damunt un 80% del consum total i molt d'aquest consum es per culpa dels frigorífics i conservadores. Això fa que sigui mal de fer tenir un gran estalvi ja que es poden fer molt poques coses per disminuir el consum.
- També s'ha vist reduït la potència instal·lada per cada un dels espais. Això fa que es pugui dur a terme un estudi per veure si seria possible disminuir la potència contractada que hi ha. Aquesta seria una altra mesura que es podria dur a terme una vegada realitzat els canvis. A la següent taula es mostrarà la comparativa de potència instal·lada per cada espai auditat:

	Potència instal·lada (kW)		
	Actualment	Després auditoria	Diminució (%)
Ajuntament	16,44	15,452	6
Escola	35,65	26,76	25
Poliesportiu	94,22	67,26	28,6

Taula 18: comparativa potències instal·lades

*s'ha de tenir en compte que a l'ajuntament hi ha ordinador, impressores,... per això la disminució de potència instal·lada ha sigut menor.

- Encara que la inversió al poliesportiu, degut a que s'ha augmentat la potència instal·lada al camp de futbol i la pista de tennis per així complir amb la normativa UNE-EN-12193-II.luminació espais esportius, pensem que és una bona inversió ja que, com acabem de dir, abans no es complia la corresponent UNE i ara sí.
- Al final ens hem decantat per no realitzar la instal·lació fotovoltaica al poliesportiu degut a la legislació vigent (on es carrega un impost a una energia totalment renovable) però pensem que això canviarà als propers anys i desitgem que es dugui a terme la instal·lació perquè la inversió s'amortitzaria molt ràpid.
- Hem de dir també, que la part de l'ajuntament i l'escola, una vegada feta la inversió, amb molts pocs anys ja se li podrà treure rendiment.

6. AGRAÏMENTS

Primer de tot volia agrair a la meva família perquè sense ells no hagués pogut tirar endavant aquest projecte. Quan he passat per mals moments ells sempre han estat al meu costat i m'han ajudat a seguir, inclús amb més força que abans.

Agrair a l'Ajuntament de Maria de la Salut per la seva disponibilitat i per totes les facilitats que m'han donat des del primer moment que vaig proposar aquest projecte.

També agraeixo a tots els professors que he tingut durant aquesta etapa d'universitat ja que sense ells ara no tindria els coneixements tècnics que tinc ara. En especial voldria fer èmfasi a les ganes que hi ha posat el meu tutor el professor Ramon Caumons que m'ha estat de gran ajuda per la elaboració d'aquest projecte. Ell hem va fer veure que amb les auditories energètiques es podien fer moltes coses i totes elles de profit.

I finalment, agrair a tots els companys i amics de la universitat que m'han ajudat a suportar el dia a dia i han fet que sigui més bo de fer estar lluny de la família i amics de tota la vida.

Per descomptat gràcies a l'Escola Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú i tots els membres que formen part d'ella. Ha estat un plaer gaudir d'aquests anys amb vosaltres i, especialment, els darrers mesos.

7. BIBLIOGRAGIA

Durant el procés d'elaboració del projecte s'han consultat diverses pàgines web:

- OSRAM
- PHILIPS
- Ministeri d'Interior
- Caib Balears
- Ministeri d'educació, cultura i esports

8. ANNEXOS

A la carpeta annexos hi ha els 4 apartats.

8.1. Instal·lació fotovoltaica

8.2. Bateria de condensadors

8.3. Resultats Dialux

8.4. Catàlegs